

GABRIELA GUENTHER RIBEIRO NOVANTA

**AVALIAÇÃO DO DANO GERADO PELO RUÍDO NAS CÉLULAS CILIADAS EXTERNAS  
DE PROFESSORES DO ENSINO FUNDAMENTAL DE UMA REGIONAL DE ENSINO DO  
DISTRITO FEDERAL**

Brasília/DF, 2015

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE MEDICINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS MÉDICAS

**GABRIELA GUENTHER RIBEIRO NOVANTA**

AVALIAÇÃO DO DANO GERADO PELO RUÍDO NAS CÉLULAS CILIADAS EXTERNAS  
DE PROFESSORES DO ENSINO FUNDAMENTAL DE UMA REGIONAL DE ENSINO DO  
DISTRITO FEDERAL.

Dissertação apresentada como requisito parcial para a  
obtenção do Título de Mestre em Ciências Médicas pelo  
programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas da  
Universidade de Brasília.

**Orientador:** Dr. Carlos Augusto Costa Pires de Oliveira

Brasília

2015

GABRIELA GUENTHER RIBERO NOVANTA

**AVALIAÇÃO DO DANO GERADO PELO RUÍDO NAS CÉLULAS CILIADAS EXTERNAS  
DE PROFESSORES DO ENSINO FUNDAMENTAL DE UMA REGIONAL DE ENSINO DO  
DISTRITO FEDERAL**

Dissertação apresentada como requisito parcial  
para a obtenção do Título de Mestre em Ciências  
Médicas pelo programa de Pós-Graduação em  
Ciências Médicas da Universidade de Brasília.

Aprovada em: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_.

**Banca Examinadora**

---

Presidente: Professor Doutor Carlos Augusto Costa Pires de Oliveira  
Professor Aposentado de Otorrinolaringologia e Cirurgia de Cabeça e Pescoço  
Faculdade de Medicina – Área de Cirurgia – Universidade de Brasília

---

1º Membro: Professor Doutor André Luiz Lopes Sampaio  
Professor Adjunto de Otorrinolaringologia da Faculdade de Medicina - Universidade de Brasília

---

2º Membro: Professora Doutora Marlene Escher Boger  
Professora Titular do Curso de Fonoaudiologia do Centro Universitário Planalto – UNIPLAN

---

Suplente: Professora Doutora Valéria Reis do Canto Pereira  
Professora Adjunta do Curso de Fonoaudiologia da Universidade de Brasília

*Dedico este trabalho à minha família e meus amigos, que sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos da minha vida. Em especial aos meus amados pais, **Paulo Armando e Margot**, que mesmo a distância estão sempre presentes em minha vida, torcendo e vibrando com minhas conquistas. Vocês sempre fizeram o possível e o impossível para a minha felicidade. Meus exemplos! E também ao meu marido **Eduardo**, meu amado, amigo e parceiro, pelo apoio constante, pela compreensão nos momentos difíceis, pelo incentivo e por sempre compartilhar e vibrar com minhas vitórias.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, que iluminou meu caminho durante esta caminhada.

À minha família, irmãos, sogros, cunhados e sobrinhos, que sempre me apoiaram e torceram pelo meu sucesso. A presença de vocês deixa a minha vida mais feliz. A torcida de vocês me dá energia para buscar sempre mais.

Ao Prof. Dr. Carlos Augusto Costa Pires de Oliveira, por aceitar me orientar e pela possibilidade de realizar este trabalho.

Ao Dr. André Luiz Lopes Sampaio, por me incentivar a realizar este desafio, pela troca de experiência e por aceitar participar da minha banca. Sou muito agradecida pelo seu acolhimento.

Ao Prof. Sergio Garavelli, pela disponibilidade em me orientar nas questões relacionadas a física acústica, com a coleta de dados e análise dos resultados. Sua participação foi fundamental na elaboração e conclusão desta pesquisa.

Às fonoaudiólogas Dra. Marlene Boger e Dra. Valéria Pereira pela gentileza de terem aceitado participar da banca examinadora desta dissertação.

Às amigas Flavia Nader Mota e Valéria Gomes da Silva, pelo apoio constante em todas as áreas da minha vida, inclusive na acadêmica. Muito obrigada por estarem tão presentes na minha vida!

À minha cachorrinha Luna, que esteve sentada ao meu lado em toda a elaboração e desenrolar desta pesquisa, e teve que entender que o momento era de estudo e não para brincar.

Aos diretores das Escolas Classes participantes da pesquisa, por acreditar na importância do trabalho e possibilitarem a realização da pesquisa em suas escolas, assim como os professores, que voluntariamente aceitaram participar do estudo. Recebam meu abraço e reconhecimento pelo lindo e árduo trabalho realizado.

A todos que direta ou indiretamente participaram da concretização deste sonho, meu carinho e muito obrigada.

## RESUMO

**Introdução:** O excesso de ruído presente nas escolas tem sido uma queixa frequentemente referida pela categoria dos professores. Embora a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) estabeleça que o ruído dentro da sala de aula deve atingir no máximo 50dB (1), diversos estudos realizados no Brasil citam intensidades próximas ou superiores a 70 dB dentro das salas de aula. Este excesso de ruído poderá provocar reações psicológicas, fisiológicas e patológicas na saúde dos professores, e principalmente, prejudicar a audição.

**Objetivos:** Avaliar o dano gerado pelo ruído nas células ciliadas externas de professores do ensino fundamental de uma regional de ensino do Distrito Federal.

**Métodos:** Foram realizados os testes de emissões otoacústicas transientes (EOAT) e emissões otoacústicas por produto de distorção (EOAPD) com repouso acústico e o teste de EOAPD após a jornada de trabalho. Para a análise das EOAT e EOAPD foi utilizado o critério "passa/falha", por meio da avaliação da amplitude da resposta e da relação sinal/ruído. Durante o período de aula, foram realizadas medições dos níveis de pressão sonora dentro das salas de aula, por meio de um decibelímetro. Foram realizadas medições de 10 minutos, e registrados o LAeq (nível de pressão sonora equivalente), o valor mínimo e o valor máximo.

**Resultados:** Foram avaliados 67 professores com idades entre 21 e 54 anos (Média 37,1; DP 8,4) dos quais 61 do sexo feminino (91%) e 6 do sexo masculino (9%). O tempo de magistério variou entre 1 e 27 anos (Média 10,7; DP 6,8). Foram realizadas 210 medições dos níveis de pressão sonora, sendo três registros para cada uma das 67 salas de aula. A média do ruído (LAeq) foi de 76,6 dB (A) (DP 5,4), a mínima foi de 59,2 dB (A) (DP 4,3) e a máxima foi de 90,2 dB (A) (DP 7,1). Pelo critério "passa/falha", apenas 34,3% dos professores apresentou "passa" ou normal nas EOAT em ambas as orelhas e 16,4% dos professores apresentou "passa" ou normal nas EOAPD para ambas as orelhas. Na comparação entre os dois momentos (com repouso auditivo e após exposição da jornada de trabalho) das EOAPD, foi encontrada uma diminuição significativa na amplitude da resposta e na relação sinal/ruído na segunda avaliação para as frequências de 2 e 4 kHz. O aumento dos níveis de ruído esteve relacionado com a diminuição da amplitude da

resposta nas frequências de 2 e 4 kHz e com a relação sinal/ruído na frequência de 4 kHz.

**Conclusão:** O ruído presente dentro da sala de aula foi capaz de gerar uma alteração na função das células ciliadas externas dos professores avaliados. Foi encontrada uma alta prevalência de resultados alterados mesmo com repouso auditivo, que sugere uma relação entre a exposição ao ruído e o dano auditivo.

**Palavras-Chave:** Emissões otoacústicas espontâneas; ruído ocupacional; professores.

## ABSTRACT

**Introduction:** The excessive noise present in schools has been a frequent complaint reported by teachers'. Although the Brazilian Association of Technical Standards (ABNT) has established that noise inside classrooms should not exceed 50 dB, several studies conducted in Brazil have mentioned intensities close to or higher than 70 dB in classrooms. This excess of noise may cause psychological, physiological and pathological reactions in the health of teachers, especially damage to hearing.

**Objectives:** To evaluate the damage generated by noise in outer hair cells of elementary school teachers of one of the Federal District's area.

**Methods:** otoacoustic emission tests (EOAT) and otoacoustic emissions by distortion product (DPOAE) were performed with acoustic rest and the DPOAE test after a day of work. For the analysis of TEOAE and DPOAE the "pass / fail" criteria was used, through the evaluation of the amplitude response and signal / noise ratio. During teaching classes, measurements were made on sound pressure levels in classrooms through a decibel meter. Ten-minute measurements were performed, and registered at the LAeq (equivalent sound pressure level), the minimum value and the maximum value.

**Results:** A total of 67 teachers aged between 21 to 54 years (average 37.1, SD 8.4) from which 61 were females (91%) and 6 males (9%). Their teaching experience ranged from 1 to 27 years (average 10.7, SD 6.8). 210 measurements of sound pressure levels were conducted, being three records for each of the 67 classrooms. The noise average (LAeq) was 76.6 dB (A) (SD 5.4), the lowest was 59.2 dB (A) (SD 4.3) and the highest was 90.2 dB (A) (SD 7.1). Through "pass / fail" criteria, only 34.3% of teachers were considered "pass" or normal in TEOAE in both ears and 16.4% of teachers were considered "pass" or normal in DPOAE in both ears. Comparing the two time points (with auditory rest and after exposure of the day of work) DPOAE, we found a significant decrease in response amplitude and signal / noise ratio in the second evaluation for the frequencies of 2 and 4 kHz. The increase in noise levels was related to the decrease in amplitude response for 2 and 4 kHz frequency and the signal / noise ratio in 4 kHz frequency.



Conclusion: The noise inside classrooms was capable to generate a change in the function of the outer hair cells of the evaluated teachers. A high prevalence of abnormal results was found even with hearing rest, which suggests a relation between noise exposure and hearing damage.

**Keywords:** Spontaneous otoacoustic emissions; occupational noise; teachers

## **LISTA DE FIGURAS**

**Figura 1** – Sistema Auditivo Periférico, p. 20

**Figura 2** – Sonda para registrar e evocar as EOA, p. 25

**Figura 3** – Impresso demonstrativo dos registros das EOAT e EOAPD, pg. 41

**Figura 4** – Análise das EOAT no critério “Passa/Falha”, p. 46

**Figura 5** – Análise das EOAPD no critério “Passa/Falha”, p. 47

## **LISTA DE QUADROS**

**Quadro 1** – Caracterização da amostra em relação ao gênero, turno de aula, segmento que atuam, idade dos professores e tempo de serviço (exposição), p. 43

**Quadro 2** – Principais queixas relatadas pelos professores, p. 44

**Quadro 3** – Frequência com que o ruído interfere no desempenho dos professores, p. 45

**Quadro 4** – Níveis de pressão sonora, em dB(A) medidos nas salas de aula, p. 45

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1** – Média da amplitude de resposta para as frequências de 2, 4, 6 e 8 kHz antes (com repouso auditivo) e após a exposição da jornada de trabalho, p. 48

**Tabela 2** – Média da amplitude de resposta para as frequências de 2, 4, 6 e 8 kHz antes (com repouso auditivo) e após a exposição da jornada de trabalho, p. 49

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	- Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANOVA	- Análise de variância
ASHA	- American Speech Language Hearing Association
BOPE	- Batalhão de Operações Especiais
CCE	- Células ciliadas externas
CCI	- Células ciliadas internas
dB	- Decibéis
dB (A)	- Decibéis
dB NA	- Decibéis nível de audição
dB NPS	- Decibéis nível de pressão sonora
DF	- Distrito Federal
DP	- Desvio padrão
EOA	- Emissões otoacústicas
EOAE	- Emissões otoacústicas evocadas
EOAPD	- Emissões otoacústicas evocadas produto de distorção
EOAT	- Emissões otoacústicas evocadas transientes
F1	- Tom primário 1
F2	- Tom primário 2
Hz	- Hertz
kHz	- Kilohertz
L1	- Intensidade do tom primário 1
L2	- Intensidade do tom primário 2
LAeq.	- Nível de pressão sonora equivalente medido na banda A
LMax.	- Nível de pressão sonora máximo
LMin.	- Nível de pressão sonora mínimo
MAE	- Meato acústico externo
MTL	- Mudança temporária do limiar
MPL	- Mudança permanente do limiar
ms	- Milissegundos
n	- Número
NBR	- Norma Brasileira de Registros

NPS	- Nível de pressão sonora
NR	- Norma regulamentadora
OD	- Orelha direita
OE	- Orelha esquerda
OSHA	- Occupational Safety & Health Administration
PAIR	- Perda auditiva induzida por ruído
PMPR	- Polícia Militar do Paraná
UFBA	- Universidade Federal da Bahia
s	- Segundos
S/R	- Sinal/Ruído
SNR	- Sinal/Ruído
TE	- Amplitude da resposta
%	- Porcentagem
WHO	- Organização Mundial de Saúde

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>18</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICO.....	18
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>19</b>
3.1 ANATOMIA E FISIOLOGIA DA CÓCLEA.....	19
3.2 EMISSÕES OTOACÚSTICAS EVOCADAS .....	20
3.2.1 Emissões otoacústica Espontâneas.....	22
3.2.2 Emissões Otoacústicas Transientes.....	23
3.3.3 Emissões Otoacústicas por Produto de Distorção.....	24
3.3 EMISSÕES OTOACÚSTICAS E O RUÍDO.....	26
3.4 EFEITOS AUDITIVOS E EXTRA AUDITIVOS DO RUÍDO.....	28
3.5 RUÍDO NA ESCOLA.....	33
<b>4 MÉTODOS E SUJEITOS.....</b>	<b>36</b>
4.1 TIPO DE ESTUDO.....	36
4.2 ASPECTOS ÉTICOS.....	36
4.3 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA.....	36
4.4 PROCEDIMENTOS.....	37
4.5 MÉTODO DE AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA NA SALA DE AULA.....	39
4.6 AVALIAÇÃO DAS EMISSÕES OTOACÚSTICAS .....	39
4.7 CRITÉRIO PARA ANÁLISE .....	40
4.8 MÉTODOS ESTATÍSTICOS.....	41
<b>5 RESULTADOS.....</b>	<b>43</b>
5.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA.....	43
5.2 AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA MEDIDOS NAS SALAS DE AULA.....	45
5.3 ESTUDO DAS EOAT COM REPOUSO AUDITIVO.....	46
5.4 ESTUDO DAS EOAPD COM REPOUSO AUDITIVO.....	47
5.5 ESTUDO DAS EOAPD EM DOIS MOMENTOS: COM REPOUSO AUDITIVO E APÓS A JORNADA DE TRABALHO.....	48
5.6 ASSOCIAÇÃO ENTRE O NÍVEL MÉDIO DE RUÍDO E A DIFERENÇA NA AMPLITUDE DA RESPOSTA E NA RELAÇÃO SINAL/RUÍDO.....	49

<b>6 DISCUSSÃO .....</b>	<b>50</b>
6.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA .....	50
6.2 AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA MEDIDOS NAS SALAS DE AULA.....	52
6.3 ESTUDO DAS EOAT COM REPOUSO AUDITIVO .....	54
6.4 ESTUDO DAS EOAPD COM REPOUSO AUDITIVO .....	57
6.5 ESTUDO DAS EOAPD EM DOIS MOMENTOS: COM REPOUSO AUDITIVO E APÓS A JORNADA DE TRABALHO .....	59
<b>7 CONCLUSÃO .....</b>	<b>61</b>
<b>8 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>62</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>69</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>70</b>



## 1 INTRODUÇÃO

O excesso de ruído presente nas escolas tem sido uma queixa frequentemente referida pela categoria dos professores, principalmente do ensino público. A sala de aula, que nem sempre é construída com acústica adequada ou de baixa produção de ruído, sofre com as fontes de ruído externas e internas (1). Embora a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) estabeleça que o ruído dentro da sala de aula deve atingir no máximo 50 dB (A) (2), diversos estudos (3-7) citam intensidades superiores a 70 dB (A) dentro das salas de aula. Este excesso de ruído pode perturbar o trabalho, o descanso, o sono, prejudicar a audição e causar ou provocar reações psicológicas, fisiológicas e patológicas (4, 8-10).

Apesar da legislação trabalhista ser bastante ampla diante da diversidade de condições de trabalho e para garantir a saúde dos trabalhadores, não há uma legislação específica relacionada aos fatores organizacionais dos profissionais da docência (11). A maioria dos trabalhos epidemiológicos realizados com a população dos professores visa alertar sobre a relação entre saúde, trabalho e voz destes profissionais, porém é necessário particularizar o funcionamento das escolas e revelar todos os riscos ocupacionais, com intuito de preservar a saúde dos profissionais e alunos.

A exposição intensa ao ruído pode gerar uma alteração temporária ou permanente na audição. A mudança temporária do limiar auditivo (MTL) ocorre quando há redução da sensibilidade auditiva por um curto período, porém consegue se recuperar totalmente depois de cessada a exposição (12). A presença dessas alterações temporárias pode indicar um prognóstico de suscetibilidade para as perdas auditivas permanentes (13).

Quando ocorre a diminuição permanente e gradual da audição devido à exposição a elevados níveis de pressão sonora, temos uma perda de audição induzida pelo ruído (PAIR). Trata-se de uma patologia neurossensorial, irreversível e atinge o seu nível máximo nos primeiros 10 a 15 anos de exposição sob condições estáveis de ruído (14).

A PAIR é uma alteração auditiva que pode trazer ao indivíduo, prejuízos em sua qualidade de vida, pela incapacidade auditiva e dificuldade com relação à percepção da fala em ambientes ruidosos. Além disso, pode gerar consequências extra auditivas, influenciadas por fatores psicossociais e ambientais, como o estresse, a ansiedade e o isolamento. Estes sintomas, além de prejudicar o desempenho das atividades cotidianas, podem comprometer as relações do indivíduo na família, no trabalho e na sociedade (14).

De acordo com a legislação brasileira (15, 16) e com a OSHA (*Occupational Safety & Health Administration*) (17) todos os trabalhadores que exerçam suas atividades em ambientes cujos níveis de pressão sonora ultrapassem os limites de tolerância estabelecidos (85 dB (A) para 8 horas) devem ser submetidos a exames audiométricos de referência e sequenciais. Entretanto, diversos estudos têm utilizado as emissões otoacústicas (EOA) como forma de avaliação da funcionalidade das células ciliadas externas do Órgão de Corti em trabalhadores expostos ao ruído, pois este exame permite identificar o início da lesão coclear, antes mesmo de qualquer alteração percebida na audiometria (8, 18-20). Desta forma, as EOA podem melhorar a eficácia dos programas de conservação auditiva por fornecer informações mais diretas e confiáveis de alterações precoces e danos à orelha interna (21).

Tendo em vista a relevância do tema, o objetivo desta pesquisa avaliar o dano gerado pelo ruído nas células ciliadas externas de professores do ensino fundamental de uma regional de ensino do Distrito Federal.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

- Avaliar o dano gerado pelo ruído nas células ciliadas externas de professores do ensino fundamental de uma regional de ensino do Distrito Federal.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a prevalência de alteração no exame de emissões otoacústicas transientes no início da jornada de trabalho (com repouso auditivo), segundo critério “passa/falha”.

- Determinar a prevalência de alteração no exame de emissões otoacústicas por produto de distorção no início da jornada de trabalho (com repouso auditivo), segundo critério “passa/falha”.

- Estudar a amplitude das emissões otoacústicas por produto de distorção antes (com repouso auditivo) e após jornada de trabalho, por frequência.

- Estudar a relação sinal/ruído das emissões otoacústicas por produto de distorção antes (com repouso auditivo) e após jornada de trabalho, por frequência.

- Verificar o nível de pressão sonora presente dentro da sala de aula.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo serão apresentadas considerações e obras científicas relacionadas às emissões otoacústicas e ao ruído, foco principal deste estudo.

#### 3.1 ANATOMIA E FISIOLOGIA DA CÓCLEA

O sistema auditivo é dividido em três partes: orelha externa, orelha média e orelha interna. Para um entendimento acerca do teste de emissões otoacústicas evocadas (EOA), considera-se necessário abordar os aspectos morfofisiológicos da audição, especialmente da porção interna.

A orelha externa é composta pelo pavilhão auricular e pelo meato acústico externo (MAE) ou conduto auditivo, que são responsáveis pela captação e condução do som. Entre a orelha externa e a orelha média, encontra-se a membrana timpânica, que possui a função de transmissão e amplificação do som, que vai da porção externa para a interna. A orelha média é representada pela cavidade timpânica e, que consiste em sua totalidade de um espaço aéreo inserido no osso temporal. Dentro dela estão três ossículos (martelo, bigorna e estribo) que se estendem como uma cadeia com a finalidade de conectar a membrana timpânica à janela vestibular (oval) e também apresentam a função de transmissão e amplificação do som. Por fim, tem-se a orelha interna, formada por duas porções interligadas pelo vestíbulo: a cóclea relacionada à audição, e a porção composta pelos canais semicirculares, o sáculo e o utrículo, relacionada ao equilíbrio (22, 23).

A cóclea ou caracol constitui o labirinto anterior com duas voltas e meia, e é considerado um guia inercial tridimensional, um amplificador acústico e um analisador de frequências. Em suas paredes ósseas limitam-se três tubos enrolados em espiral, um dos quais abriga o órgão de Corti (22)

Foco de nossa pesquisa, o órgão de Corti é o órgão periférico do sentido auditivo. Caracteriza-se por um complexo altamente especializado de células epiteliais que se estende ao longo do trajeto da cóclea, colocado sobre a

membrana basilar. Suas células sensoriais são denominadas células ciliadas externas (CCE) e internas (CCI) devido à presença de um feixe de estereocílios apicais (22, 23).

As CCE podem ser avaliadas por meio das EOA e desta forma estão relacionadas principalmente à triagem da função coclear. Sendo assim, são utilizadas em pelo menos quatro áreas clínicas: na triagem auditiva neonatal; avaliação infantil; monitoramento da função coclear e diagnóstico de certos casos, como alterações retrococleares ou lesões neurológicas (24).

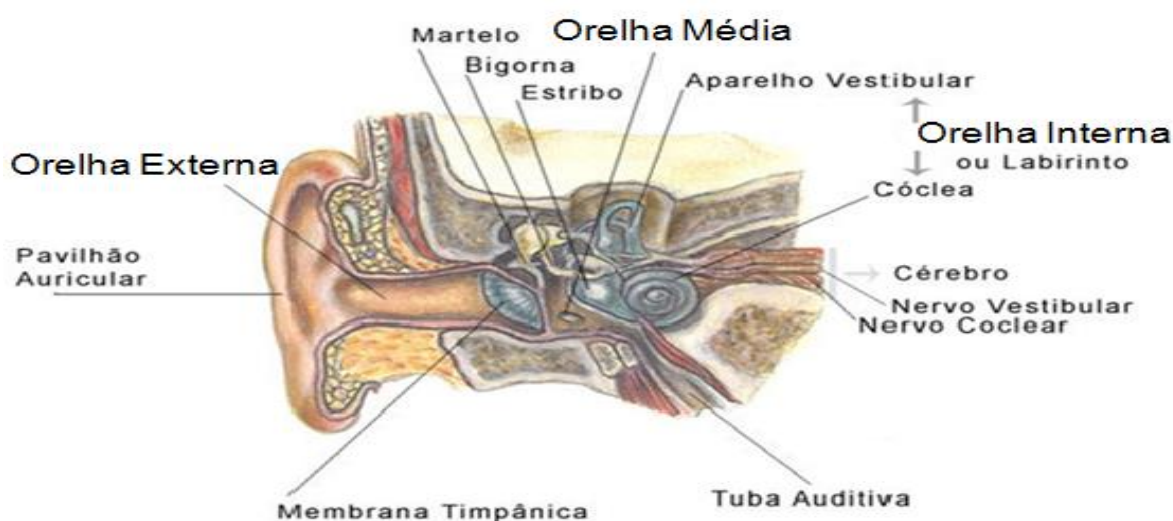


Figura 1 Sistema auditivo periférico

Fonte: Atlas de Anatomia Humana - 5ª Ed. 2011.

### 3.2 EMISSÕES OTOACÚSTICAS

Uma das mais recentes descobertas que contribuíram para o entendimento da função coclear foi a demonstração de que a cóclea não somente pode receber sons, como também produzir energia sonora (25).

Apesar de Gold, já em 1948, sugerir que sons seriam gerados mesmo sem estimulação, apenas em 1978 que Kemp relatou e identificou a existência do mecanismo ativo da cóclea (26-28). Em seu trabalho, definiu as emissões otoacústicas como sons registrados no conduto auditivo externo, gerados pela

atividade fisiológica dentro da cóclea, mais especificamente, pela atividade micromecânica não linear das células do órgão de Corti (29). Estes sons poderiam ser espontâneos ou evocados por sons de fraca e média intensidade, e poderiam manter-se estáveis, desde que não houvesse alterações cocleares ou de orelha média (30).

De acordo com Momensohn-Santos (24), a cóclea normal processa de forma ativa os sons, isto é, as estruturas anatômicas dentro da cóclea utilizam energia metabólica para amplificar as vibrações da membrana basilar e do órgão de Corti que são induzidas pelos sons. O consenso atual sobre o processamento periférico é que a ação do processo coclear ativo resulta na melhora da sensibilidade e da sintonia fina da frequência das vibrações da membrana timpânica. Nesta visão, a função coclear demonstra que as células ciliadas externas atuam como elemento motor ao invés de sensorial.

Sendo assim, as CCE são como receptores cocleares, e não decodificadores sonoros. A captação das EOA não tem por objetivo quantificar alterações ou demonstrar limiares auditivos. Sua função é verificar sua presença, já que elas estão presentes quando os limiares de audibilidade também estão normais. Trata-se de um grande potencial para revelar com sensibilidade, a integridade da função coclear por meio de um método não-invasivo e objetivo (24, 26, 31, 32).

A mensuração das emissões é facilmente realizável em tempo curto sem agressão ao paciente, oferecendo resultados seguros, e pode ser repetida várias vezes, se necessário, sem dificuldades (27). Entretanto, deve ser realizada em local silencioso, de preferência com nível de ruído de 40 dB NPS ou menos (33). Antes de iniciar o procedimento, deve-se orientar o paciente e realizar a otoscopia para garantir condições adequadas do conduto auditivo externo, e descartar possíveis alterações de orelha média, que deverá ser considerada na análise do registro obtido. Como as EOA são sons de amplitude pequena, precisam ser amplificadas de tal modo que possam ser registradas e analisadas; para tanto, o conjunto tímpano-ossicular deve estar íntegro para que estes sons provenientes da cóclea possam ser captados no conduto auditivo externo. O exame consiste na colocação de uma sonda, mantida na posição por uma oliva flexível, que irá apresentar o sinal-clique (ou par de tons) e registrar a resposta (24, 32, 33).

Um dos principais benefícios da utilização das EOA na prática clínica, é que existem evidências de que alterações sutis da função coclear podem ser detectadas na avaliação das EOA antes mesmo que sejam apontadas mudanças significativas no audiograma do indivíduo (34). Outra vantagem é a possibilidade de fornecer simultaneamente informações sobre diferentes partes da cóclea, pois elas são respostas de frequências específicas (as emissões de determinada frequência têm sua origem no local da membrana basilar da cóclea que é responsável pelo processamento daquela frequência) (33, 35).

As EOA são classificadas como Espontâneas (sem estimulação externa) ou Evocadas (com estimulação externa), sendo que estas últimas podem ser do tipo transiente, produto de distorção ou estímulo-frequência (26), que não será tratado no presente estudo por ser pouco utilizada na prática clínica.

### **3.2.1 Emissões Otoacústicas Espontâneas (EOAE)**

As EOAE são sons de banda estreita, que ocorrem no canal auditivo na ausência de estímulo acústico. Podem ser detectadas em cerca de 50% dos indivíduos com audição normal e encontram-se ausentes em todas as frequências quando uma perda auditiva neurossensorial excede aproximadamente 30 dB NA (24, 36).

Quando presentes, as EOAE indicam que a fisiologia coclear está funcionando corretamente, e que provavelmente as emissões otoacústicas transientes (EOAT) e as emissões otoacústicas por produto de distorção (EOAPD) estarão presentes. No entanto, por não serem detectadas universalmente nos ouvintes normais e por terem uma grande variabilidade na distribuição das frequências (500 a 6 kHz), no nível de resposta (-10 a 20 dB NPS) e no número de picos registrados (0 a 10), as EOAE não têm aplicação clínica (26).

### 3.2.2 Emissões Otoacústicas Evocadas Transientes (EOAT)

As EOAT são sons de fraca intensidade produzidos pela cóclea, que são obtidos após a apresentação de um estímulo (clique ou *tone burst*), geralmente na intensidade de 80 a 85 decibéis nível de pressão sonora (dB NPS) e manifestam-se como onda sonora complexa no conduto auditivo externo. A estimulação por cliques permite ampla estimulação da cóclea, cerca de 300 Hz a 5 kHz, porém geralmente são medidas de 1 a 4 kHz (24, 26, 29, 33).

Uma característica fundamental das EOAT é a estabilidade por um longo período, além de imprimir uma assinatura única de cada indivíduo, prestando-se assim ao importante papel de monitorar a fisiologia coclear na exposição a elementos ototóxicos, químicos ou físicos (26).

As EOAT ocorrem aproximadamente após 4ms depois da apresentação do estímulo e continua por aproximadamente 10ms. As ondas sonoras são submetidas a uma análise espectral e os resultados geralmente são colocados em um gráfico, que representa os componentes, amplitude e frequência da emissão. A relação sinal/ruído é um critério utilizado, a partir de uma análise espectral comparativa das emissões e do ruído de fundo. Caso este ruído seja muito intenso, as emissões podem ser mascaradas. Entretanto, se a intensidade das emissões for maior do que o ruído de fundo, não há dúvida quanto a sua existência. Outro aspecto da análise é a reprodutibilidade da resposta (uma estimativa de quão similares são as ondas A e B). Esta similaridade é expressa como uma porcentagem, dando-se 100% quando são idênticas (24, 37).

De acordo com Azevedo (38), a amplitude da resposta pode variar em função de idade, gênero e lado e sofre interferência do nível de ruídos externos (ambientais) ou internos (do indivíduo) e do nível de pressão sonora do estímulo. No que se refere à idade, quanto maior, menor será a amplitude de resposta, situando-se em torno de 20 dB NPS nos recém-nascidos, 10 dB NPS nos adultos jovens e 6 dB NPS nos idosos.

Para Sousa et al (33) a diferença da amplitude entre neonatos e adultos está relacionada à imaturidade do sistema olivococlear medial, que ainda não controla adequadamente as contrações lentas e, conseqüentemente, a modulação da



contração rápida das células ciliadas externas. Porém, de acordo com Azevedo (2003), essa diferença é atribuída aos efeitos do tamanho da orelha externa e média, das características de ressonância do meato acústico externo e da presença de emissões otoacústicas espontâneas que reforçam determinadas frequências, sendo as maiores amplitudes da EOAT obtidas nos adultos nas frequências de 1 e 2 kHz, enquanto nos neonatos entre 3 e 4 kHz (38).

### **3.2.3 Emissões otoacústicas por produto de distorção (EOAPD)**

As EOAPD são consequência de uma resposta a um sinal acústico constituído por dois tons primários, formados por frequências próximas (F1 é o componente de frequência mais baixa e F2, componente de frequência mais alta). Isto é, quando um sinal sonoro composto de dois tons puros em frequência e intensidade é apresentado à orelha, esse sinal é confiavelmente transduzido dentro da cóclea, e também é produzida energia diferente no sinal original (39).

A principal vantagem da utilização das EOAPD refere-se ao fato das EOAPD apresentarem uma natureza contínua e baixa latência, o que permite testar intencionalmente qualquer frequência situada entre 1 a 8 kHz aproximadamente. Pelo fato das EOAPD medirem a atividade de frequências altas (entre 4 e 8 kHz), apresentam sensibilidade para estágios iniciais da disfunção coclear (27).

As EOAPD estimulam partes específicas da cóclea com tons puros desde a espira basal (frequências altas) até a apical (frequências baixas) (34). Desta forma, possuem maior especificidade de frequência, e proporcionam a identificação das regiões com limiares auditivos dentro da normalidade (40).

Para Azevedo (38), as EOAPD são mais limitadas nas frequências baixas, nas quais o ruído interfere mais. O melhor desempenho de teste ocorre nas frequências acima de 2 kHz, pois o ruído diminui com o aumento da frequência e a transmissão da energia pela orelha média é mais eficiente para as frequências médias e altas.

Os ruídos externos (ambientais) e internos (do paciente) dificultam a medição das respostas das frequências mais baixas. Estes fatores não interverem

nas frequências mais altas, fazendo com que as EOAPD sejam mais precisas para as frequências de 2 até 8 kHz (38). Por este motivo, este teste tem sido utilizado para monitorização da função coclear em indivíduos expostos a ruídos intensos (40).

Os equipamentos de emissões otoacústicas utilizados no diagnóstico clínico apresentam dois programas para análise das amplitudes das EOAPD: o PD-grama ou PD razão de crescimento. No registro por meio do PD-grama (forma mais usual na clínica), é possível visualizar a amplitude das EOAPD em função das frequências, para uma intensidade constante de estímulos (26). No caso das curvas de crescimento (ainda pouco utilizado na prática clínica), plota-se a amplitude das EOA em função da intensidade apresentada (resposta/crescimento) e mantêm-se fixa a frequência dos dois tons puros. Desta forma, há um aumento sistemático nas intensidades dos tons primários (33).

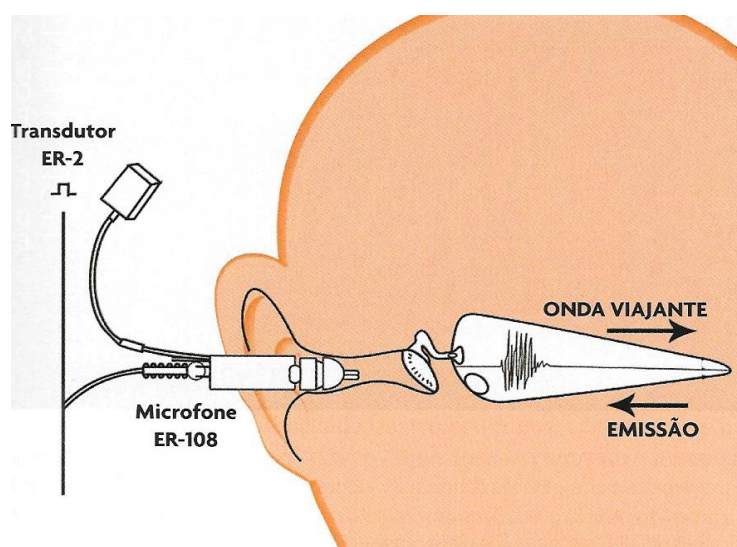


Figura 2 Sonda para registrar e evocar as EOA

Fonte: Piza e Cóser. Eletrofisiologia da audição e emissões Otoacústicas. 2010.

### 3.3 EMISSÕES OTOACÚSTICAS E O RUÍDO

A legislação brasileira prevê que todos os trabalhadores que exerçam suas atividades em ambientes cujos níveis de pressão sonora ultrapassem os limites de tolerância estabelecidos (85 dB (A) para 8 horas) devem ser submetidos a exames audiométricos de referência e sequenciais (15, 16). Entretanto, o Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva reconhece que a audiometria tonal pode apresentar desvantagens, como por exemplo, a subjetividade na detecção de respostas, e principalmente a possibilidade de não retratar a real situação do funcionamento da cóclea dos indivíduos expostos ao ruído (41).

Atualmente, diversos estudos têm utilizado as EOA como forma de avaliação da funcionalidade das CCE em trabalhadores expostos ao ruído, pois este exame permite identificar o início da lesão coclear, antes mesmo de qualquer alteração visível na audiometria (8, 18, 20). O ruído intenso pode ocasionar lesões nas estruturas do Órgão de Corti, degenerando, inicialmente, as CCE em maior quantidade e, posteriormente, as CCI. Como o exame das EOA capta o funcionamento da cóclea pelas respostas das células externas, este teste pode revelar a integridade ou alteração dessas estruturas, antes das mesmas apontarem irregularidade no exame de audiometria tonal, e, desta forma, será possível detectar precocemente os casos de perdas auditivas ocupacionais (42). Desta forma, as EOA podem melhorar a eficácia dos programas de conservação auditiva por fornecer medidas mais diretas e confiáveis de alterações precoces e danos à orelha interna (21).

Em uma pesquisa realizada em 2008 (20) com trabalhadores industriais, foram comparadas as respostas das EOAPD de dois grupos: o de sujeitos expostos ao ruído por um período de 5 anos, com faixa etária entre 24 e 45 anos (32 participantes) e o grupo controle, composto por sujeitos normo-ouvintes não expostos ao ruído (18 participantes). A análise comparativa entre os grupos revelou que as médias do grupo exposto ao ruído foram estatisticamente menores do que as do grupo controle, bilateralmente e em todas as frequências (1 a 6 kHz), tanto nas amplitudes absolutas quanto na relação sinal/ruído. Houve associação entre

aumento de frequência e redução das amplitudes. A frequência de 6 kHz foi a que evidenciou menores percentuais nos grupos dos trabalhadores

Em 2009, Korres et al (21) avaliou a audição de trabalhadores industriais através dos exames de audiometria tonal e EOAPD. Foram selecionados 105 indivíduos expostos ao ruído ocupacional e seus resultados foram comparados ao grupo controle, composto por 34 saudáveis indivíduos, selecionado aleatoriamente a partir da mesma faixa etária e sem história de fator de risco para deficiência auditiva. Os limiares audiométricos mais atingidos foram de 4 kHz, enquanto que nas EOAPD foi observada uma redução significativa na amplitude das emissões para as frequências entre 3 e 6kHz, sendo as frequências de 4 e 6 kHz as mais afetadas.

Seixas et al (43) utilizou os testes de audiometria e EOAPD em 393 trabalhadores, expostos a níveis intensos de ruído, pelo período mínimo de dois anos com o intuito de avaliar o impacto auditivo causado pela exposição ao ruído ocupacional. O grupo controle foi composto por 63 estudantes, não expostos ao ruído e sem queixas auditivas. No grupo exposto ao ruído ocupacional foram encontradas amplitudes menores que o grupo controle, especialmente na faixa de frequência de 3 a 8 kHz. Além disso, foi encontrado um padrão muito semelhante entre os efeitos causados pelo ruído no exame audiométrico e nas EOAPD.

Em 2011, na pesquisa realizada por Barreto (44) sobre a amplitude, a relação sinal/ruído e a presença de EOAPD, antes e após o tiro de instrução básico com uso de protetor auditivo em militares expostos ao ruído de impacto, a autora verificou que apesar da audiometria tonal ser recomendada como procedimento de avaliação auditiva, as EOAPD são mais sensíveis a mudanças ocorridas após a exposição ao ruído de impacto. Esta conclusão baseia-se em função da diminuição geral das amplitudes de respostas, principalmente logo após o tiro.

### 3.4 EFEITOS AUDITIVOS E EXTRA AUDITIVOS DO RUÍDO

O ruído é o agente físico mais comum em nosso ambiente e é um fator de risco presente em várias atividades humanas, no cotidiano da comunidade, no ambiente doméstico e também na maioria dos processos de trabalho (45, 46).

A exposição a intensos níveis de ruído poderá trazer consequências temporárias ou permanentes na audição, dependendo do tempo de exposição, tipo de ruído e a suscetibilidade individual (47).

De acordo com Santos e Morata (48), as mudanças temporárias do limiar (MTL) são um efeito em curto prazo representado pela redução da sensibilidade auditiva que retorna gradualmente após o encerramento da exposição. Esta alteração depende da sensibilidade individual, do tempo de exposição e da intensidade e frequência do ruído.

O ruído em alta intensidade pode causar alterações discretas nas células ciliadas da orelha interna, edema das terminações nervosas auditivas, alterações vasculares, exaustão metabólica, modificações químicas intracelulares, com redução da rigidez dos estereocílios e mudanças no acoplamento dos cílios com a membrana tectorial. As alterações são reversíveis e pode haver recuperação do limiar mesmo com a presença de lesão nas células (49).

O estudo realizado em 2007 por Pfeiffer et al (50) teve por objetivo verificar a mudança temporária do limiar de audição de seis músicos, do gênero masculino, componentes de uma banda de “rock”, com idade entre 20 e 30 anos. Foi realizada a audiometria tonal e medida do reflexo acústico, antes e após o show de rock. As maiores diferenças pré e pós-exposição encontradas na audiometria foram nas frequências altas, sendo a orelha direita a que apresentou maiores mudanças temporárias de limiar. Esta mesma orelha, obteve o maior percentual de ausência de reflexo acústico após o show. Os autores concluíram que músicos expostos a elevados níveis elevados de pressão sonora podem apresentar alteração temporária do limiar e alteração do reflexo acústico.

De acordo com Probst et al em 1993 (51), o monitoramento da função coclear pode ser considerado a partir de um intervalo de tempo entre os testes. As EOA são indicadas para realizar esta avaliação, considerando que este intervalo

seja de curta duração (minutos ou horas), média duração (dias ou semanas) ou longa duração (meses ou anos). No caso dos sujeitos expostos ao ruído, segundo o autor, as emissões poderão avaliar as mudanças temporárias de limiar (curto prazo), e o acompanhamento da função coclear, a médio e longo prazo

Autores referem que os indivíduos mais sensíveis ao ruído intenso e, provavelmente, mais susceptíveis à PAIR, possuem uma tendência de uma maior incidência de mudança temporária do limiar auditivo (52). Esta afirmação está relacionada à pesquisa realizada com dois grupos de indivíduos de uma mesma indústria, denominados de grupo resistente e grupo sensível. O grupo resistente foi composto por sujeitos expostos ao ruído há mais de 18 anos (média de 24 anos) com audição dentro da normalidade; o grupo sensível foi composto por sujeitos expostos a mais de 16 anos (média de 25 anos), porém com diagnóstico otorrinolaringológico de PAIR. Os sujeitos foram submetidos a audiometria tonal e emissões otoacústicas transientes e por produto de distorção e após foram expostos a um ruído durante 10 minutos. Os resultados demonstraram uma maior incidência de pioras nos registros da amplitude do grupo denominado sensível (PAIR) (56,3%), comparado ao grupo resistente (47,5%). Também foi verificado que a incidência de pioras foi maior para o grupo sensível em todas as faixas de frequências avaliadas.

A associação estatisticamente significativa entre a exposição a doses mais elevadas de ruído e presença de alterações nas EOAPD foi verificada na pesquisa realizada por Marques e Costa (8) entre 2001 e 2002 com funcionários do Campus Universitário da Universidade de São Paulo. Os sujeitos, todos do sexo masculino, foram separados em dois grupos: expostos e não-expostos a ruído ocupacional, pareados por idade e com exame de audiometria tonal limiar dentro da normalidade. Os resultados indicaram que a prevalência da ausência de resposta no registro das EOAPD foi maior para aqueles trabalhadores com dose superior a 1,5 (77%) do que para aqueles com dose entre 1 e 1,5 (37,5%).

As alterações cocleares decorrentes da exposição a níveis elevados de pressão sonora podem provocar mudanças temporárias na sensibilidade auditiva e redução da amplitude nas emissões otoacústicas (21, 53). Quando realizada comparação entre pré e pós-exposição, estudos demonstraram que as EOA são

mais sensíveis que a audiometria tonal para monitorar alterações cocleares iniciais (52, 54, 55).

O estudo realizado por Torre e Howell (56) objetivou medir o comportamento das CCE, através do exame de EOAPD em indivíduos expostos a níveis de ruído durante aulas de aeróbica. Para tanto, foi realizado com 50 indivíduos (48 mulheres e 2 homens) com audição dentro da normalidade, a avaliação das EOAPD e a medição dentro da sala de ginástica. A avaliação de EOAPD, antes e após 50 minutos de aula, revelou que as médias pós-aeróbicas foram mais baixas na maioria das frequências, com uma diminuição significativa de 1,4 dB NPS na frequência de 6 kHz. Os níveis de ruído ao qual os indivíduos foram expostos, foi de 83,4 a 90,7 dB (A), com picos de 90,5 a 99,7 dB (A).

Diversos autores concordam na alteração na amplitude das emissões otoacústicas após a exposição ao ruído, porém apresentam divergências com relação às frequências atingidas, que podem estar relacionadas ao tipo de ruído aos quais os indivíduos foram expostos ou a metodologia aplicada (13, 54, 57)

No estudo realizado por Frota et al (2002) (13) foram avaliados 40 indivíduos otologicamente normais, com idade entre 18 e 36 anos. Foram realizados os exames de audiometria tonal e emissões otoacústicas por produto de distorção, de forma prévia e posterior à exposição ao ruído branco. Os resultados demonstraram que a audiometria tonal foi sensível para evidenciar mudanças temporárias nos limiares de audibilidade estatisticamente significantes, após exposição ao ruído branco, nas frequências de 1 kHz (no sexo feminino) e na frequência de 6 kHz (para ambos os sexos). As emissões otoacústicas por produto de distorção evidenciaram mudanças temporárias na sensibilidade auditiva por meio da redução estatisticamente significativa de suas amplitudes, nas frequências de 2588 e 3614 Hz para o sexo feminino e nas frequências de 932, 1304, 2588 e 5128 Hz para o sexo masculino.

O processo de recuperação da sensibilidade auditiva é mais longo do que o tempo de instalação da fadiga auditiva, podendo durar várias horas até voltar totalmente ao normal. A fadiga será considerada patológica quando a mudança de limiar permanecer por mais de dezesseis horas após o término da exposição (48).

Se o nível de pressão sonora for extremamente elevado (explosivo, com pico de pressão acima de 140 dB (A)), pode-se formar um quadro de trauma acústico,

que é caracterizado por instalação imediata de uma perda auditiva. Nestes casos, a energia acústica pode romper e lacerar os delicados tecidos do ouvido interno, pois irão distender-se além dos seus limites de elasticidade. Além disso, pode ocorrer ruptura da membrana timpânica e sangramento das orelhas média e interna ou subluxação dos ossículos da orelha média (49).

A exposição repetida a elevados níveis de pressão sonora poderá gerar alterações acústicas irreversíveis, também denominadas de mudança permanente do limiar (MPL). Nestes casos, a fadiga auditiva evolui de uma situação fisiológica para patológica e a sensibilidade auditiva não retorna mais para o normal após o repouso auditivo. Dependendo da dose de ruído, pode representar o processo irreversível de uma perda auditiva (48).

Em 1999, Melnick (58) descreveu a perda auditiva produzida pelos efeitos do ruído como resultado de um acúmulo de exposições repetidas diariamente durante anos. Esta alteração é conhecida como perda auditiva induzida pelo ruído (PAIR).

O Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva, em 1994, definiu a PAIR como uma perda auditiva do tipo neurosensorial, quase sempre simétrica e raramente de grau profundo, pois não ultrapassa os 40 dB NA, nas baixas frequências, e os 75 dB NA, nas altas frequências. Sua manifestação ocorre inicialmente nas frequências de 3, 4 ou 6 kHz e, com o agravamento da lesão, pode atingir as frequências de 8, 2, 1, 0,5 e 0,25 kHz. Por se tratar de uma alteração coclear, os indivíduos acometidos por esta patologia podem apresentar zumbidos, intolerância a sons intensos, e principalmente, comprometimento da inteligibilidade de fala, que irá prejudicar sua comunicação. Este boletim destaca que a PAIR não torna a audição mais sensível a futuras exposições. Isto significa que na medida em que os limiares auditivos aumentam, a progressão da perda torna-se mais lenta.

Seligman (59), em 1993, realizou uma revisão bibliográfica sobre os efeitos não auditivos que o organismo pode sofrer sob a ação de ruído intenso, porém o autor ressalta que é difícil isolar o ruído como único responsável de tais efeitos, pois outros agentes ambientais também podem gerar danos. O autor optou por fazer uma coletânea das principais manifestações danosas à audição, porém alertou que nem todas as referências relatavam os mesmos sintomas. Elas são:



1- **COMUNICAÇÃO:** a PAIR poderá induzir o isolamento social do indivíduo, na sua atividade laboral, com consequências em sua natureza interativa.

2- **NEUROLÓGICAS:** ruídos mesmo de fraca intensidade, podem provocar a passagem temporária de um estado de sono profundo para outro mais leve. Estes episódios duram entre 5 e 15 s, e um número significativo de interrupções desta natureza pode trazer efeitos desastrosos no dia-a-dia do indivíduo.

3- **CARDIOVASCULARES:** constrição dos pequenos vasos sanguíneos, com consequente redução do volume de sangue e alterações do fluxo, bem como variações na pressão arterial e taquicardia;

4- **QUÍMICA SANGÜÍNEA:** modificações dos índices do colesterol, dos triglicerídeos e do cortisol plasmático.

5- **VESTIBULARES:** dificuldades no equilíbrio e na marcha, vertigens, nistagmos, desmaios e dilatações de pupilas.

6- **DIGESTIVAS:** diminuição do peristaltismo, enjoos, vômitos, perda do apetite, dores epigástricas, gastrites, úlceras.

7- **COMPORTAMENTAIS:** mudanças da conduta e do humor, cansaço, falta de atenção e concentração, insônia e inapetência, cefaleia, redução da potência sexual, ansiedade depressão e stress.

Os autores Okamoto e Santos em 1999 (60) descreveram que mesmo a exposição a ruídos com menor intensidade, após longo tempo, pode gerar alterações cardiocirculatórias, de visão, gastrointestinais e alterações neuropsíquicas. Nesta última, as mais frequentes são ansiedade, inquietude, desconfiança, insegurança, pessimismo, depressão e alteração do ritmo sono-vigília, além de alterações na atenção e memória. De acordo com levantamento teórico realizado por Eniz (61), em 2004, o ruído não é o causador de doenças mentais, porém presume-se que ele possa acelerar e intensificar o desenvolvimento de desordens mentais latentes.

No caso dos professores, as principais vítimas do excesso de ruído em sala de aula são a voz e a audição do professor. Quando o professor está exposto a índices altos de ruído e não existe uma orientação correta no trato com a voz, ele poderá desenvolver, a curto e longo prazo, uma série de sintomas (geralmente ligados ao mal uso e abuso vocal, demanda vocal excessiva, hábitos de higiene

vocal prejudiciais) que poderão interferir diretamente, não só na sua produtividade (já que é por meio da voz que o professor produz), mas também no seu relacionamento com os alunos, na sua postura profissional e, principalmente, na sua autoestima (62).

### 3.5 RUÍDO NA ESCOLA

De acordo com Quick e Lapertosa (1981) (63), o ruído deve ser encarado seriamente como um problema na comunidade em geral, e não apenas no ambiente industrial. Os professores representam uma população que está constantemente exposta a este agente agressor, juntamente com outros riscos ocupacionais, como as inadequações térmicas, de mobiliário, a poeira, as jornadas prolongadas, a forma de organização de trabalho, entre outros (1).

Nas escolas, a presença de níveis elevados de ruído poderá gerar, não somente desconforto, mas, uma interferência direta no rendimento das atividades de ensino para os alunos e professores, além de comprometer a inteligibilidade de fala, que irá forçar o professor a aumentar o tom da voz para ser compreendido(3).

Eniz (2004) (61) descreve que de acordo com o art.6º do Decreto n. 20.769/99, referente às normas vigentes relativas à obras de construção e de modificação em estabelecimentos de ensino dedicados à Educação Infantil, ao Ensino Fundamental e ao Ensino Médio do Sistema de Ensino do Distrito Federal, as salas de aula deverão ter condições de conforto acústico, e o ruído de fundo não deverá ultrapassar 50 dB (A). Apesar do detalhamento da norma, o autor observa que não existem itens sobre cuidados acústicos que possam diminuir o ruído na sala de aula, como a espessura das paredes e o tipo de material que será utilizado na sua construção.

De acordo com a ABNT (2), NR 10152, o nível de conforto acústico dentro da sala de aula deve estar entre 40-50 dB (A), sendo o superior considerado desconforto, sem necessariamente implicar em risco de danos à saúde. Já as normas internacionais mostram-se mais exigentes com relação ao nível de ruído de fundo. A *American National Standards Institute* (ANSI) (64) descreve como nível

aceitável de ruído de fundo em sala de aula a intensidade de 35 dB (A). A *American Speech Language Hearing Association* (ASHA, 1995) recomenda níveis de ruído de 30 dB (A) para salas desocupadas (61).

Mesmo com as normas regulamentadores, as escolas continuam sendo construídas sem a preocupação com a saúde dos professores e alunos. De acordo com Ribeiro et al (2010) (3), a qualidade do ambiente escolar não tem sido considerada ao se construir uma escola. Os aspectos fundamentais para o conforto neste ambiente, como o ambiente sonoro, a temperatura e, a circulação de ar, estão sendo desconsiderados em prol de outros como localização, diminuição dos custos.

Gonçalves et al (65), em 2009, descreveu que no Brasil a acústica das salas de aula ainda é considerada sem importância diante de tantas precariedades na educação. Diversos estudos foram realizados no Brasil para se pesquisar o nível de ruído dentro da sala de aula e os resultados são impactantes; a maioria das salas apresentaram níveis muito mais elevados do que os descritos na NRB 10152 (2).

Na pesquisa realizada em escolas municipais da cidade de João Pessoa/PB publicada em 2009 (65), 97% das 37 salas de aula avaliadas encontravam-se fora dos limites padrões aceitáveis exigidos pela NBR 10152, com níveis de pressão sonora que variaram até 87,90 dB (A).

No caso da escola de ensino particular avaliada na cidade de Viçosa/MG (3), foram registradas médias para sala de ensino infantil de 78,41 dB (A), com valor máximo de 124 dB (A) e mínimo de 47,7 dB (A). Esta mesma pesquisa encontrou para o ensino fundamental I média de 80,21 dB (A), valor máximo de 102,9 dB (A) e mínimo de 59,2 dB (A).

No estudo realizado por Eniz em 2004 (61) no Distrito Federal, o nível de pressão sonora durante o período de aula da 3ª série do ensino fundamental em quatro escolas de diferentes localidades variaram de entre 42,3 a 102,8 dB (A). O autor refere que com exceção de apenas uma escola, todas as outras situam-se em regiões onde o tráfego aéreo e/ou terrestre é intenso.

Pesquisa realizada na cidade de Botucatu (2007), concluiu que a elevada frequência de sintomas auditivos, o relato de ruído excessivo nas classes, a detecção de exames audiométricos alterados e as aferições de níveis elevados de

ruído ambiental sugerem a presença de surdez ocupacional em professores. Esta mesma pesquisa considera necessária a implementação de exames audiométricos pré-admissionais e periódicos (4).

## 4 MATERIAL E MÉTODO

### 4.1 TIPO DE ESTUDO

Trata-se de um estudo analítico observacional e prospectivo.

### 4.2 ASPECTOS ÉTICOS

O presente estudo foi elaborado segundo as normas da Resolução 196/96 (BRASIL, 1996), tendo sido, portanto, submetido à análise do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de Brasília, com aprovação em 21 de novembro de 2013, sob o protocolo número de 476.166 (Anexo A).

A participação da população em estudo foi voluntária e gratuita. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice A) foi entregue para todos os professores previamente, para que fosse lido com calma e assinado, com o consentimento e autorização para participação na pesquisa e a divulgação dos resultados.

### 4.3 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

O grupo de estudo foi composto por professores do ensino fundamental de escolas públicas de Samambaia/DF. Foram visitadas quatro escolas, todas semelhantes quanto a sua classificação (Escola Classe) e nível de ensino (do 1º ao 5º ano) que foram selecionadas pela própria coordenação regional de ensino da região, por estarem em locais sem grande exposição a fontes de ruído externas (obras, tráfego, aeroporto ou indústrias).

Primeiramente foram realizadas reuniões com os diretores das escolas, a fim de esclarecer o objetivo da pesquisa e a forma como ocorreriam as avaliações. Após a resposta favorável da direção, a examinadora participava de uma reunião chamada de “coletiva”, que ocorre todas as semanas, geralmente na quarta-feira, no turno contrário da aula com a participação de todos os professores. Neste dia, era explicado para os professores o objetivo e forma da realização da pesquisa, os critérios de exclusão, além da possibilidade de responder as dúvidas pertinentes. Neste contato era entregue o TCLE e um questionário, para melhor caracterização da amostra.

Todos os professores lotados nas escolas selecionadas foram convidados a participar da pesquisa. Os critérios de exclusão foram: a presença do cerume, o uso de prótese auditiva, o uso de medicações ototóxicas, exposição ao ruído ocupacional fora da sala de aula, doenças inflamatórias e infecciosas das orelhas médias e externa e uso de drogas.

Os professores avaliados possuíam contrato de trabalho de 40 horas semanais (concursados ou com contrato de serviço), porém com permanência em sala de aula apenas durante um turno diário (5 horas de exposição).

#### 4.4 PROCEDIMENTOS

A pesquisa foi realizada nas dependências das escolas, sem a necessidade de deslocamento dos professores. As salas onde a cabine acústica foi instalada foram escolhidas previamente pela própria examinadora por oferecer o menor nível de ruído (sala de estudos, sala de informática, depósito de materiais).

Com o objetivo de caracterizar a amostra foi utilizado um questionário fechado, elaborado com base em um estudo realizado pelo Departamento de Medicina Preventiva da Faculdade de Medicina da UFBA (1995) (Anexo B).

O questionário utilizado foi composto por três partes:

- a) Identificação geral dos participantes quanto à idade, ao sexo, o tempo de exposição (trabalho como professor), nível de ensino, o turno e exame audiométrico prévio.

- b) Questões referentes às condições gerais de saúde;
- c) Avaliação das condições de trabalho dentro de sala de aula.

Os professores que aceitaram participar da pesquisa foram orientados a manter o repouso auditivo e no momento em que chegassem à escola, deveriam se encaminhar para a sala onde estava sendo feita a coleta dos dados. Para cada turno foram avaliados no máximo cinco professores.

No momento do exame foram fornecidas informações e instruções sobre posicionamento, como evitar movimentos e manter-se relaxado.

Inicialmente foi realizada a inspeção do conduto auditivo (otoscópio e espéculos, marca *Welch Allyn*) com o objetivo de verificar a presença de cerume, secreções e perfuração da membrana timpânica. Em seguida, os participantes foram colocados dentro da cabine acústica portátil para a realização do exame de emissões otoacústicas transientes (EOAT) e produto de distorção (EOAPD). A orelha direita de cada indivíduo foi a primeira a ser testada em todas as avaliações. Após os exames de EOAT e EOAPD, os professores eram encaminhados para a sala de aula. Com o término da aula, os professores retornavam para realizar o segundo registro das EOAPD.

Para os exames de EOAT e EOAPD foram avaliados os critérios de amplitude da resposta e relação sinal/ruído. Estes mesmos critérios que foram utilizados na comparação entre as duas avaliações das EOAPD (com repouso auditivo e após a aula).

#### 4.5 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA NAS SALAS DE AULA

O LAeq (nível de pressão sonora equivalente) foi o escolhido para a avaliação dos níveis de ruído dentro da sala de aula. Como os níveis de ruído neste ambiente apresentam variações aleatória no tempo, o nível equivalente (LAeq) representa a média da energia sonora durante um intervalo de tempo (66). Também foram registrados os valores mínimos (L<sub>mín</sub>) e máximos (L<sub>máx</sub>) encontrados em cada medição.

Os equipamentos utilizados foram: medidor de nível sonoro da marca 01 dB, modelo SOLO, com tripé e calibrador acústico. Para as medidas foram consideradas as recomendações da norma técnica NBR 10.151 e NBR 10.152(2). O nível de pressão sonora (NPS) foi medido em dB (A).

O medidor de pressão sonora foi colocado próximo ao professor a um metro do chão e um metro das paredes, com o objetivo de evitar as ondas estacionárias.

As medições foram realizadas ao longo do período da aula (7:30 – 12:30/ 13:30 – 18:30). A pesquisa foi realizada com os alunos dentro da sala de aula, em suas atividades rotineiras. Durante a medição, os professores lecionaram normalmente, com predomínio de aulas expositivas.

#### 4.6 A AVALIAÇÃO DAS EMISSÕES OTOACÚSTICAS

No momento do exame das emissões, os professores já haviam sido instruídos com relação à avaliação e estavam sentados confortavelmente dentro da cabine acústica em sala previamente determinada por possuir menor nível de ruído. A examinadora entrou na cabine apenas para inserir a sonda no conduto auditivo externo, porém permaneceu do lado de fora da cabine para a coleta dos dados. Primeiramente foram coletadas as emissões otoacústicas transientes, e em seguida, por produto de distorção.

As emissões otoacústicas evocadas foram detectadas por meio de um microfone e de um gerador de estímulos miniaturizados acoplados a uma sonda inserida no conduto auditivo externo do professor. Um estímulo sonoro foi emitido no sentido da orelha média para a orelha interna estimulando a cóclea, que emite um eco em direção inversa. O microfone captou as respostas evocadas após a apresentação do estímulo. Essas respostas foram coletadas, ampliadas e filtradas durante várias repetições dos estímulos e, finalmente, processadas, sendo o produto final o registro das EOA.

O equipamento de emissões otoacústicas, utilizado neste estudo, *Ero-Scan* da marca MAICO, monitorou automaticamente o nível de ruído, a linearidade do estímulo durante o teste e o posicionamento adequado da sonda. Para indicar o



momento em que cada um desses aspectos tornou-se inadequado para a testagem, apareceram na tela, respectivamente, as mensagens “NOISY” e “NO SEAL”. Para solucionar, a oliva foi trocada ou reposicionada, e a avaliação reiniciada.

O equipamento utilizado na presente pesquisa usa método de mensuração PD-grama, que por sua relação entre frequência e intensidade, assemelha-se a um audiograma tonal. Por meio dele, podem-se analisar ainda dois aspectos: a amplitude absoluta e a relação entre o sinal e o ruído.

Para o exame de EOAT foi utilizado o estímulo acústico tipo click de banda larga, na intensidade de 80 dB NPS nas bandas de frequências de 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5 e 4 kHz e foram avaliadas a amplitude e a relação sinal/ruído (S/R).

Para o registro das EOAPD, foram utilizados dois tons puros, apresentados simultaneamente, com diferentes frequências nas intensidades P1=65 dB NPS e P2=55 dB NPS, nas frequências de 2; 4; 6 e 8 kHz. Neste exame, também foram avaliadas a amplitude e a relação sinal/ruído (S/R).

#### 4.7 CRITÉRIOS PARA A ANÁLISE

Para a coleta das emissões otoacústicas foi utilizado o programa padrão do equipamento para os registros transientes e por produto de distorção.

Para o teste de EOAT, foram considerados presentes e/ou “PASSA” os resultados que apresentaram valores de amplitude igual ou superior a -12 e relação sinal/ruído (R/S) igual ou superior a 6 dB em quatro das seis frequências testadas (1,5; 2; 2,5; 3; 3,5 e 4 kHz). A figura 3 exemplifica um exame de EOAT “PASSA”.

Para EOAPD, foram considerados presente e/ou “PASSA” os resultados com a amplitude igual ou superior a -5 e relação sinal/ruído (S/R) igual ou superior a 6 dB em todas as 4 (quatro) frequência testadas (2kHz, 4KHz, 6KHz e 8KHz). Foi realizada também análise individual por frequência utilizando o critério de amplitude e relação sinal/ruído.

Para a comparação entre os dois momentos (com repouso auditivo e após a jornada de trabalho) foram utilizados os valores da amplitude e da relação

sinal/ruído (S/R). Neste caso, não foi utilizado o critério “PASSA/FALHA”. A análise foi realizada inclusive nos casos em que os resultados encontravam-se inferiores aos dos parâmetros acima citados.

Na figura 3 encontra-se o modelo de resultado das EOAPD.

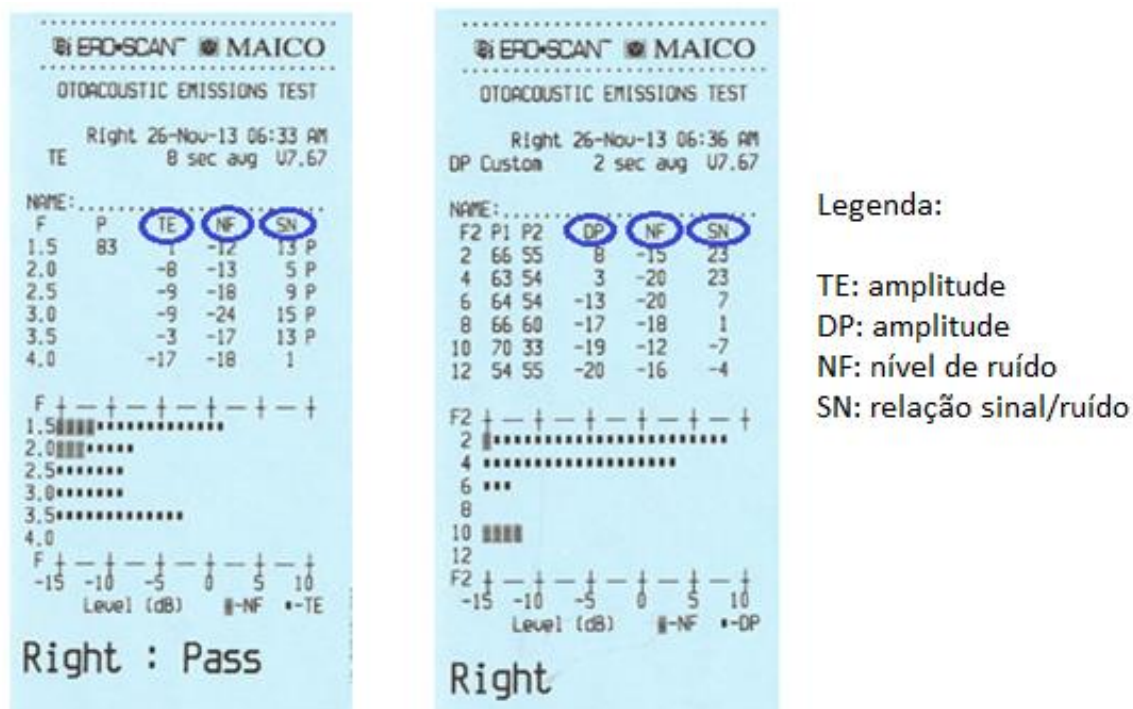


Figura 3 Impresso demonstrativo dos registros das EOAT E EOAPD

#### 4.8 MÉTODOS ESTATÍSTICOS

O software IBM SPSS *Statistics Standard Edition*, versão 21.0 foi utilizado para a análise de dados e determinação de correlações. Os dados coletados foram tabulados e submetidos à análise descritiva utilizando médias, medianas e desvios-padrão e a análise inferencial foi realizada através de testes paramétricos e não paramétricos com as seguintes variáveis: amplitude do sinal, a relação S/R, sexo, idade, experiência de ensino, nível de ruído.

O teste ANOVA de um fator foi utilizado para verificar a associação entre a presença de EOAT e a idade; EOAT e o tempo de magistério, EOAPD e a idade; EOAPD e o tempo de magistério. Para a relação entre a presença de EOAT e EOAPD e o gênero foi utilizado o teste chi-quadrado.

Foi utilizado o teste t pareado para verificar diferenças significativas entre os resultados das EOAT e EOAPD para orelha direita e esquerda, além da comparação dos valores obtidos nos dois momentos de avaliação (DPOAE). Para a correlação entre o nível de ruído e diferença entre a amplitude e a relação S/R nas EOAPD foi utilizado o teste correlação de Pearson unilateral. O nível de significância estatística foi estabelecido em  $p < 0.05$ .

## 5. RESULTADOS

Os resultados serão apresentados por meio de tabelas para melhor visualização e foram divididos em seis etapas a fim de facilitar a compreensão e análise dos mesmos.

### 5.1. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Dos 110 professores convidados a participar do estudo, 67 aceitaram e encontravam-se aptos para a pesquisa. As idades variaram dentre 21 e 54 anos (Média = 37,1 anos; DP = 8,4, Mediana = 36 anos), com tempo de exposição (magistério) entre 1 e 27 anos (Média = 10,7 anos; DP = 6,8; Mediana = 10 anos) (Quadro 1).

Quadro 1 - Caracterização da amostra

	Número Absoluto	Porcentagem
	Gênero	
Feminino	61	91%
Masculino	6	9%
	Turno	
Turno Matutino	41	61%
Turno vespertino	26	29%
	Nível de ensino	
1º ano	12	18%
2º ano	12	18%
3º ano	13	19%
4º ano	14	21%
5º ano	16	24%
Continua		

## Continuação

	Número Absoluto	Porcentagem
	Idade dos professores	
20 a 29 anos	16	24%
30 a 39 anos	27	40%
40 a 49 anos	18	27%
50 a 54 anos	6	9%
	Tempo de exposição	
1 a 5 anos	18	27%
6 a 10 anos	21	31%
11 a 15 anos	10	15%
16 a 20 anos	12	18%
21 a 25 anos	5	7%
25 a 30 anos	1	1%

Com relação ao exame de audiometria tonal, 75% dos professores afirmaram já ter realizado e 25% referiu que nunca fez nenhuma avaliação auditiva.

A maioria dos professores 81% (n=54) apresentou queixa de cansaço e irritação. Dor nas pernas (61%) e dor nas costas (58%) também foi citado por mais da metade dos professores avaliados (Quadro 2).

Quadro 2 - Principais queixas relatadas pelos professores

	<i>Sim</i>	%	<i>Não</i>	%
Cansaço mental	54	81%	13	19%
Irritação	54	81%	13	19%
Dor nas pernas	41	61%	26	39%
Dor nas costas	39	58%	28	42%
Rouquidão	32	48%	35	52%
Insônia	29	43%	38	57%

Sobre o prejuízo causado pelo excesso de ruído à comunicação verbal entre alunos e professores (Quadro 3), 61% (n=41) referiu que o barulho prejudica a sua comunicação verbal, 56% (n=38) referiu que, às vezes, sente dificuldade de raciocínio ou concentração e 71% (n=48) referiu que precisa aumentar constantemente o tom da voz devido ao ruído.

Quadro 3 - Frequência com que o ruído interfere no desempenho dos professores

	<i>Constantemente</i>	<i>Às vezes</i>	<i>Raramente</i>
Barulho prejudica a sua comunicação verbal?	62%	37%	1%
Você sente dificuldades de raciocínio ou de concentração	37%	57%	6%
Você tem costume de aumentar o tom da voz em sala de aula?	72%	27%	1%

## 5.2 AVALIAÇÕES DOS NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA MEDIDOS NAS SALAS DE AULA

Durante o período de aula, foram realizadas medições dos níveis de pressão sonora dentro das salas de aula. Foram realizadas 210 medições, sendo três registros de 10 minutos para cada uma das 67 salas de aula avaliadas. As médias (aritmética) dos níveis mínimos, máximos e LAeq e seus valores mínimos e máximos estão descritos na Quadro 4 (Segundo a NBR 10.151, todos os valores medidos do NPS devem ser aproximados ao valor inteiro mais próximo. Por melhor representar a precisão do aparelho, optou-se por trabalhar com uma casa decimal)

Quadro 4 - Níveis de pressão sonora, em dB(A) medidos nas salas de aula

	Média	DP	Mínimo	Máximo
LAeq.	76,8	5,4	62,0	102,3
Lmín.	59,2	4,3	40,0	72,5
Lmáx.	90,2	7,1	71,2	128,6

### 5.3 ESTUDO DAS EMISSÕES OTOACÚSTICAS TRANSIENTES COM REPOUSO AUDITIVO

Na análise dos resultados das emissões otoacústicas transientes em relação ao critério “passa/falha” realizada com repouso auditivo, as EOAT estiveram presentes (PASSA) em 49,2% (n=33) dos participantes, sendo unilaterais em 14,9% (n=10) dos casos e bilaterais em 34,3% (n=23) dos participantes (Figura 4).

Não houve associação entre a presença de EOAT (PASS) e sexo ( $\chi^2$  p = 0,10).

Não foi verificada associação entre o tempo de magistério e os grupos de EOAT (ausência, presença unilateral, presença bilateral),  $F(2, 64) = 0,70$ ,  $p = 0,503$  (ANOVA de um fator), e a idade dos professores e os grupos de EOAT,  $F(2, 64) = 1,64$ ,  $p = 0,203$  (ANOVA de um fator).

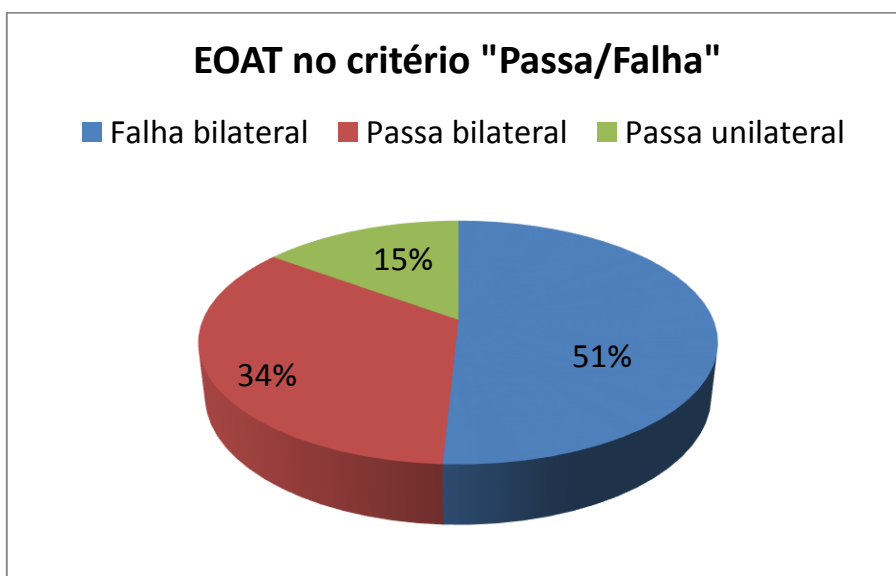


Figura 4. Análise das EOAT no critério “Passa/Falha”

#### 5.4 ESTUDO DAS EMISSÕES OTOACÚSTICAS POR PRODUTO DE DISTORÇÃO COM REPOUSO AUDITIVO

Na análise dos resultados das EOAPD em relação ao critério “passa/falha” realizada com repouso auditivo, as EOAPD estiveram presentes (“PASSA”) em 37,3% dos participantes (n=25), sendo 20,9% (n=14) unilateral e 16,4% (n=11) bilateral (Figura 5).

Não houve diferença na relação da presença das EOAPD com o gênero ( $\chi^2(1) = 1,26$ ,  $p = 0,26$ )).

Não foi verificada associação entre a presença das EOAPD e a idade dos professores,  $F(2,64) = 1,24$ ,  $p = 0,297$  e a presença das EOAPD e o tempo de magistério,  $F(2, 64) = 0,256$ ,  $p = 0,775$  (ANOVA de um fator).

Na distribuição por frequências, as EOAPD estiveram presentes em 94% (n=126) para 2 kHz, 86.6% (n=116) para 4 kHz, 59% (n=79) para 6 kHz e 33.6% (n=45) para 8 kHz.

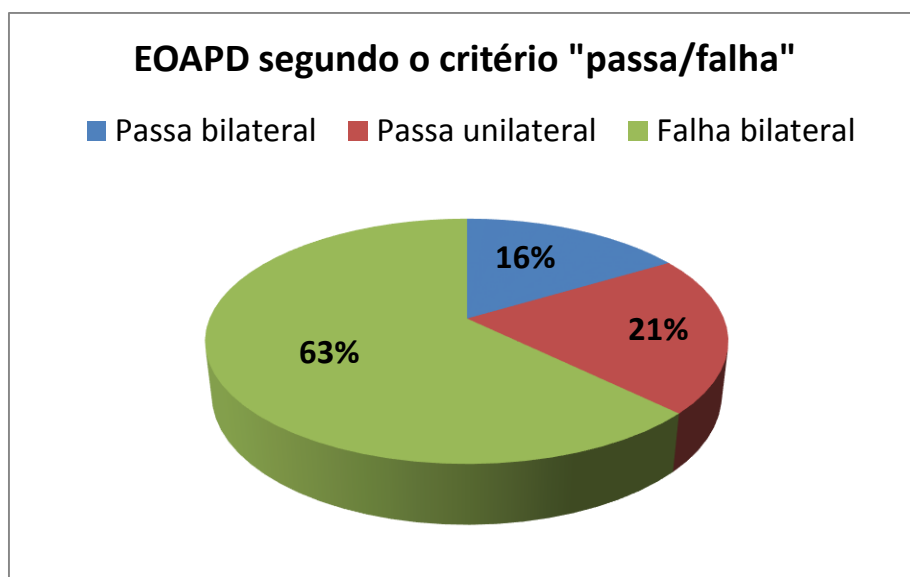


Figura 5. Análise das EOAPD no critério “passa/falha”



## 5.5 ESTUDO DAS EMISSÕES OTOACÚSTICAS POR PRODUTO DE DISTORÇÃO NOS DOIS MOMENTOS: COM REPOUSO AUDITIVO E APÓS A JORNADA DE TRABALHO.

Não foi encontrada diferença significativa entre os resultados de EOAPD para orelha direita e esquerda (teste-t pareado, todos os valores- $p > 0,1$ ). Desta forma, os dados dos participantes das quatro escolas foram agrupados e totalizaram 134 orelhas.

Foi observada uma diminuição estatisticamente significativa na amplitude da resposta da segunda avaliação, na comparação dos dois momentos (com repouso auditivo e após jornada de trabalho). Este dado foi verificado para as frequências de 2kHz (diferença média = 0,75,  $t(133) = 2,03$ ,  $p=0,044$ ) e 4 kHz (diferença média = 0,96,  $t(133) = 3,25$ ,  $p=0,001$ ) (Tabela 1).

Tabela 1 - Média da amplitude de resposta (EOAPD) para as frequências de 2, 4, 6 e 8 kHz antes (com repouso auditivo) e após a exposição da jornada de trabalho.

Frequência	Com repouso	Após jornada	p-valor
2 KHz	6,22 (6,83)	5,48 (6,96)	0,044*
4 KHz	-0,66 (5,52)	-1,62 (5,90)	0,001*
6 KHz	-4,17 (8,27)	-4,14 (8,73)	0,950
8 KHz	-8,57 (8,27)	-8,92 (8,48)	0,489

Valores indicam Média (DP)

No critério relação sinal/ruído foi observada uma diminuição estatisticamente significativa na resposta da segunda avaliação, na comparação dos dois momentos (com repouso auditivo e após jornada de trabalho), nas frequências de 2 kHz (Diferença média = 1,25,  $t(133)= 2,71$ ,  $p=0,008$ ) e 4 kHz (Diferença média = 1,14 ,  $t(133)=3,68$ ,  $p<0,001$ ) (Tabela 2)

Tabela 2. Média da relação S/R para as frequências de 2, 4, 6 e 8 kHz antes (com repouso auditivo) e após a exposição da jornada de trabalho.

Frequência	Com repouso	Após jornada	p-valor
2 KHz	20,13 (7,36)	18,89 (7,46)	0,008*
4 KHz	19,38 (5,56)	18,24 (5,88)	<0,001*
6 KHz	15,63 (8,38)	15,64 (8,75)	0,987
8 KHz	9,24 (8,53)	8,82 (8,61)	0,468

Valores indicam Média(DP)

## 5.6 ASSOCIAÇÃO ENTRE O NÍVEL MÉDIO DE RUÍDO E A DIFERENÇA NA AMPLITUDE DA RESPOSTA E NA RELAÇÃO SINAL/RUÍDO

Foi verificada uma associação entre o nível médio de ruído nas salas de aula e a magnitude da diferença (diminuição) da amplitude da resposta (EOAPD), na comparação entre os dois momentos (com repouso auditivo e após a jornada de trabalho). Este dado foi encontrado nas frequências de 2kHz ( $r=0,183$ ,  $p = 0,017$ ) e 4 kHz ( $r=0,187$ ,  $p = 0,015$ ) (teste correlação de Pearson unilateral).

Também foi observada uma associação com o nível médio de ruído e a diferença (diminuição) da relação sinal/ruído (EOAPD), na comparação entre os dois momentos (com repouso auditivo e após a jornada de trabalho), para a frequência de 4kHz ( $r=0,173$ ,  $p = 0,023$ ) (teste correlação de Pearson unilateral).

## 6. DISCUSSÃO

A discussão seguirá a mesma ordem da divisão dos resultados para melhor compreensão e está dividida partes.

### 6.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

A seleção da população estudada foi do tipo conveniência, indicada pela própria regional de ensino. Solicitou-se que as escolas estivessem situadas em locais menos ruidosos (avenidas com trânsito intenso ou rota aeroviária), para que fosse possível comprovar que o ruído registrado estava sendo gerado dentro da própria escola. Desta forma, a coleta de dados ocorreu nas escolas mais afastadas da região administrativa da Samambaia (DF). Nestas escolas atuam professores concursados pela secretaria de educação e professores contratados por período determinado. Todos cumprem a mesma carga horária e possuem as mesmas atribuições.

Os participantes foram na grande maioria mulheres na faixa dos 20 aos 39 anos. Este dado está de acordo com outros estudos realizados, e confirma que as mulheres ainda ocupam grande parte dos postos de trabalho nas instituições de ensino, principalmente no nível fundamental (4, 61, 67, 68).

A maioria dos professores avaliados possuía relativo curto tempo de exposição (1 a 10 anos), provavelmente pelo fato de que os professores mais recentes de contratação são lotados nas escolas situadas em locais mais afastados.

O exame audiométrico já havia sido realizado por 75% dos professores. Possivelmente os 25% restantes eram os professores com contrato de trabalho. Apenas os professores concursados são obrigados a realizar o exame no momento da admissão.

Por meio de um questionário fechado, foram obtidos dados referentes às principais queixas relacionadas à saúde e ao prejuízo do ruído no ambiente de trabalho. Esta pesquisa mostra-se apropriada para o planejamento de ações que possam favorecer um ambiente de trabalho saudável.

As principais queixas relatadas pelos professores foram cansaço mental/stress (81%) e irritação (81%); mais da metade dos professores também referiu dores nas costas e nas pernas. Estes dados confirmam os achados de diversos autores, que descrevem o stress e irritação como sintoma frequente nesta população (1, 3, 7, 65).

Uma pesquisa realizada com 165 professores de nove escolas da rede municipal de ensino de uma cidade do interior de São Paulo encontrou como queixas mais comuns a ansiedade, dores de cabeça e alergias. Apesar da média de idade dos professores (37 anos) da pesquisa citada ser semelhante a este trabalho, de acordo com as autoras, os profissionais referiram mais queixas físicas do que emocionais e indicam o corpo do professor como o maior alvo das condições adversas de trabalho (67).

Com relação à pesquisa sobre o ruído dentro da sala de aula, a maioria dos professores (62%) referiu que o barulho prejudica constantemente a comunicação verbal com os alunos. Mais de 70% dos professores também referiram que constantemente tinham o costume de aumentar o tom da voz na sala de aula. Por fim, 57% dos professores respondeu que às vezes sentem dificuldade de raciocínio/concentração com a presença do ruído. Estes resultados foram semelhantes aos encontrados em por Eniz (2004) também com professores do DF, porém de acordo com o autor, mais de 50% dos professores apresentou para os três questionamentos a resposta “às vezes” (61).

No estudo realizado no ano de 2006 em uma escola na cidade de Piracicaba, 50% dos professores responderam “sempre” e 47% responderam “às vezes”, quando questionados se precisavam falar mais alto devido a presença do ruído. Esta mesma pesquisa verificou que mais de 50% dos professores responderam “às vezes” na relação sobre o efeito do ruído na sala de aula: dificuldade para se fazer entender e entender o que os alunos falam e intolerância a qualquer barulho (7).

De acordo com Libardi et al (2006) (7), o informe técnico do Centro de Referência de Saúde do Trabalhador (CRST) – SP descreve que a profissão de professor está frequentemente exposta ao estresse elevado devido aos diversos fatores organizacionais e riscos físicos, que irão trazer consequências para sua voz. Diversos estudos realizados com a população dos professores referem alta

incidência de alterações vocais (1, 7, 69, 70) relacionadas aos altos índices de ruído presentes nas salas de aula.

Os trabalhos citados, em concordância com o estudo realizado, denotam alterações na saúde dos professores, físicas e mentais, devido à presença do ruído. Estes prejuízos irão dificultar a sua comunicação e desempenho em sala de aula. A seguir, serão discutidos os valores encontrados dentro das salas dos professores avaliados.

## 6.2 AVALIAÇÃO DO RUÍDO MEDIDO NAS SALAS DE AULA

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (WHO 1999) (9) para garantir a comunicação de voz, a relação do sinal para o ruído deve exceder de 0 dB, porém para ouvir mensagens complicadas, como na sala de aula, esta relação deve ser de pelo menos 15 dB (A). Desta forma, com uma voz em torno de 50 dB (A), o ruído de fundo não deve exceder 35 dB (A). O *American National Standards Institute* (ANSI) (64) estabelece como nível aceitável de ruído de fundo em sala de aula o valor de 35 dB (A) (*Acoustical Society of America*, 2002). No entanto, a ABNT (NBR 10152), sugere que o ruído na sala de aula não deva ultrapassar 50 dB (A), sendo que para conforto acústico os níveis devem estar entre 35 e 45 dB (A) (2). Destaca-se que esta norma não especifica se estes valores são para as salas de aula desocupadas ou ocupadas.

No presente estudo foram encontrados, durante a medição do ruído dentro da sala de aula, picos de intensidade que chegaram a 128 dB (A) e a média do ruído esteve em 76 dB (A). A opção de se realizar três medições de 10 minutos para cada professor avaliado, objetivou coletar de maneira fidedigna a exposição a qual os professores submetem-se diariamente. Estes resultados demonstram o risco ocupacional ao qual os professores estão expostos diariamente. Além de criar condições inapropriadas para aprendizagem, este excesso de ruído pode trazer consequências negativas para o corpo e mente dos professores, já citados anteriormente.

Ressalta-se que estes altos níveis de ruído poderão trazer consequências a longo prazo também para os estudantes, afinal eles também estão expostos diariamente ao risco.

Apesar dos valores encontrados nas medições estarem muito acima dos recomendados pela ABNT, são semelhante a outros estudos, com médias superiores a 70 dB (A), inclusive em estudos internacionais.

O estudo realizado por Golmohammadi et al (2010) (6) na cidade de Tehran (Irã) verificou que o LAeq de ruído nas salas de aula (escolas primárias, secundárias e superiores) na condição de ensino foi de 71,9 dB (A), o mínimo foi de 53,2 dB (A) e o máximo, de 91,5 dB (A).

Na pesquisa realizada em uma escola de ensino fundamental do interior de São Paulo (2006), foram encontrados como valores mínimos, em 28% das salas, a faixa entre 61- 65 dB (A) e como valores máximos, em 22% das salas, a faixa de 81 a 85 dB (A) (7).

O trabalho realizado por Martins et al (2007) pesquisou o nível de ruído em salas do ensino infantil, fundamental e médio. Após análise dos dados, foi constatado que as salas mais ruidosas foram as do ensino médio, porém os níveis de ruído do ensino fundamental variaram de 69,6 a 84,2 dB (A). Nesta mesma pesquisa, 93,75% dos professores referiram que o ruído é excessivo dentro da sala de aula e 31,25% deles apresentou queixa de hipoacusia (4).

Eniz (61) em seu trabalho realizado também no Distrito Federal em 2004, encontrou valores inferiores para Lmín, semelhantes para LAeq e valores superiores para Lmax. O autor descreve como Lmín, para quatro escolas de ensino fundamental, os valores de 52,8, 42,3, 45,8 e 47,2 dB (A), enquanto que nesta pesquisa observou-se que a média mínima foi de 59,2 dB (A). Quando o LAeq descrito pelo autor, os resultados foram de 78,1, 77,3, 69,2 e 75,7 dB (A) para as quatro escolas, corroborando o resultado deste estudo cujo valor médio encontrado foi de 76,8 dB (A). Por fim, foram encontrados como valores máximos 98,1, 102,8, 91,4 e 93,6 dB (A) e neste estudo a média do Lmáx foi de 90,2 dB (A), porém com picos de até 128,6 dB (A).

Como as escolas analisadas nesta pesquisa situam-se em locais afastados, em vias com pouco movimento de veículos, sem rota aeroviária, foi possível concluir que as fontes internas foram a principal causa da poluição sonora. Outras

pesquisas (1, 6, 70-72) também destacam como principal causa de incômodo, o ruído gerado na própria escola, e demonstram a insuficiência das condições acústicas das salas de aula.

Lundquist et al (73) (2000), em sua pesquisa realizada na Suécia, observou que todos os professores e a maioria dos alunos entrevistados afirmaram que as fontes de ruído mais estressantes eram as conversas na sala de aula e a raspagem de mesas e cadeiras. Eysel-Gosepath (72) em 2012 avaliou 43 professores na cidade de Colônia (Alemanha) e todos afirmaram que percebem mais altos níveis de som no pátio da escola, nos corredores e nas salas de aula, ao passo que o ruído externo não parece ser um problema preocupante.

### 6.3 ESTUDO DAS EMISSÕES OTOACÚSTICAS TRANSIENTES COM REPOUSO AUDITIVO

Já foram realizadas diversos estudos (5, 10, 13, 19, 20, 54, 74, 75) com o intuito de detectar alterações sutis na cóclea, advindas da exposição ao ruído com a utilização das emissões otoacústicas. Apesar da escassez de pesquisas com a população dos professores, optou-se pela utilização deste teste, na forma transiente e por produto de distorção, como meio de avaliação do prejuízo gerado pelo ruído na audição dos professores. Esta escolha se deu pela possibilidade de avaliar a atividade coclear de forma global e também por frequências específicas, proporcionando uma análise mais ampla do funcionamento coclear.

Com relação à prevalência dos resultados dos testes das emissões otoacústicas transientes com repouso auditivo, segundo o critério passa/falha estabelecido neste estudo, os resultados das EOAT demonstraram maior percentual de “falha”. Apenas 34,3% obtiveram respostas dentro do critério “passa” em ambas as orelhas e 14,9% dos casos em apenas uma orelha. Acreditava-se na hipótese de uma maioria presente, principalmente porque os professores não apresentavam queixa de dificuldade para escutar ou histórico de perda auditiva. Este dado pode ter sido influenciado pelo critério de avaliação utilizado (parâmetros de amplitude e relação sinal/ruído em quatro de seis frequências testadas).

Silva et al (46) em 2012, realizou um trabalho com estudantes do ensino médio, utilizando protocolo de avaliação semelhante a esta pesquisa, com critério passa/falha. Os resultados encontrados com os jovens também foram abaixo do esperado. Foi encontrada ausência (“falha”) de EOAT em 80,6% dos estudantes (sem queixas auditivas). Ambos os estudos (Silva et al (46) e a presente pesquisa), apesar de não terem realizado a audiometria prévia, utilizaram protocolo semelhante de avaliação das EOAT e encontraram grande número de falhas. Estes resultados podem estar relacionados e sugerir que os níveis de ruído presente nas escolas estejam favorecendo o aparecimento de lesões precoces nas CCE, tanto nos jovens quanto nos adultos.

Os estudos citados a seguir foram realizados em sujeitos expostos e não expostos ao ruído, mesmo com audiometria dentro da normalidade, e revelaram alta prevalência de alteração nas EOAT.

No estudo realizado por Fiorini (2000) (76), na comparação dos registros das emissões otoacústicas com dois grupos de indivíduos com limiares audiométricos entre 0 e 20 dB NA expostos e não expostos a ruído ocupacional, a prevalência de respostas ausentes em pelo menos uma orelha no teste EOAT foi maior no grupo dos sujeitos expostos (68,7%) do que no grupo não exposto (55,7%). Destaca-se que o valor encontrado no grupo não exposto é semelhante ao encontrado neste estudo.

No caso do ruído de impacto, Heupa et al em 2011 (18) realizou um estudo caso-controle com 115 militares, sendo 65 do Batalhão de Operações Especiais (BOPE) e 50 de setores administrativos da Polícia Militar do Paraná (PMPR). No teste de EOAT foi encontrada uma diferença significativa na comparação entre os grupos, sendo que o grupo controle (sem prática de tiro há 12 meses e sem queixas auditivas) apresentou 35,41% de ausência das EOAT em ambas as orelhas e o grupo dos militares participantes do BOPE (com prática de tiro regular) apresentou ausência bilateral em 58,92% dos sujeitos. O resultado descrito pelo grupo controle é semelhante aos verificados nesta pesquisa. Apesar dos níveis de ruído encontrados nas salas de aulas estarem acima do esperado, a exposição a qual os militares são submetidos constantemente é muito mais elevada.

Nos estudos realizados com sujeitos não expostos ao ruído e com audição normal também foi identificada ausência de emissões otoacústicas transientes em



mais de 20% dos casos. Em 2013, Granjeiro et al (77) realizou uma pesquisa com um grupo controle composto por 46 sujeitos com média de idade de 31,6 anos, sem queixas auditivas e com audição dentro da normalidade. Os resultados obtidos demonstraram ausência de EOAT em 19,6% dos casos e o parâmetro utilizado foi a reprodutibilidade de 70% de 3 em 4 frequências testadas e relação sinal/ruído (maior que 6 em 3 das 4 frequências testadas). Este estudo apresentou resultados melhores do que os verificados neste estudo, possivelmente pelo fato dos sujeitos não estarem expostos a elevados níveis de ruído diariamente e o critério utilizado para avaliação das EOAT ser diferente.

Como na presente pesquisa não foi realizado o exame audiométrico nos professores, foi difícil relacionar os resultados com os outros estudos. Destaca-se que a hipótese de que os resultados (falha) deste trabalho foram elevados em relação a outros estudos pode ter sido influenciada em função do protocolo utilizado, pois não há um parâmetro de normalidade universalmente aceito para análise das EOA (27). Entretanto, devido os resultados encontrados na comparação entre os exames realizados com repouso auditivo e após a jornada de trabalho, pode-se sugerir que estes resultados “falha” sejam em decorrência da exposição ao ruído presente na sala de aula.

O fato de não haver um controle do ruído nas escolas, e principalmente, uma legislação específica, dificulta a categorização destes profissionais, como expostos ou não expostos ao ruído ocupacional. Além da falta de controle, não há uma preocupação com a construção e o mobiliário das salas de aula. De acordo com Gonçalves et al (2009) (65), os níveis de ruído verificados nas salas de aula, dependem da intensidade destes ruídos, das propriedades de isolamento sonoro das divisórias que cercam a sala e da absorção sonora da sala. Os autores descrevem que os materiais de absorção servem para dois propósitos: reduzir o tempo de reverberação e reduzir o nível de ruído de fundo. Shield et al (2010) (78) referem que para a atenuação de ruídos é importante maximizar a absorção do som do teto e assegurar que a altura mantenha a eficácia na absorção além da utilização de revestimento de borracha para colocação nas cadeiras e mesas.

Não foi realizada a descrição dos valores encontrados para a amplitude e para a relação sinal/ruído, pois a maioria dos trabalhos pesquisados descreveu

apenas os percentuais de ocorrência e não os valores encontrados. Desta forma, optou-se por estudar apenas no critério “passa/falha”.

#### 6.4 ESTUDO DAS EMISSÕES OTOACÚSTICAS POR PRODUTO DE DISTORÇÃO COM REPOUSO AUDITIVO

No presente estudo, apenas 16,4% dos casos enquadraram-se no critério “passa” em ambas as orelhas e 20,9% dos casos em apenas uma orelha. Não foi observada associação entre o tempo de exposição e a idade. A hipótese de que os professores com mais idade e com maior tempo de exposição demonstrariam resultados piores não foi confirmada. Desta forma, supõe-se que devido a constante exposição não ocupacional, os professores mais jovens também já apresentam alterações nas CCE, possivelmente devido ao uso MP3 ou discoteca de música, visto que estudo recente demonstra alterações precoces nas CCE em adolescentes (46). Como não foram encontrados estudos com o mesmo procedimento e população, optou-se pela comparação dos achados desta pesquisa com trabalhos realizados com sujeitos expostos e não expostos ao ruído.

Atchriysathian et al em 2008 (20) realizaram uma pesquisa com 32 sujeitos expostos ao ruído e com idade entre 24 a 45 anos e 18 sujeitos sem história prévia de exposição do ruído. Após a análise das emissões otoacústicas foi identificada uma diminuição no tamanho da amplitude das EOAPD e da relação sinal/ruído entre os indivíduos expostos ao ruído com audiograma dentro da normalidade. Segundo os autores, este dado confirmou que o dano causado pelo ruído nas células ciliadas externas pode desenvolver-se antes que ele apareça no audiograma. Esta mesma pesquisa, utilizando apenas o critério  $SNR > -6$ , apresentou no grupo de controle, presença de EOAPD em 94% da população estudada para a frequência de 2 kHz, 91% para a frequência de 4 e de 6 kHz. Já os sujeitos expostos ao ruído com audição dentro da normalidade apresentaram presença de EOAPD em 82% da amostra estudada para a frequência de 2 kHz, 91% para 4 kHz e 68% para 6 kHz. Apesar da presente pesquisa não ter realizado o exame audiométrico, verifica-se que os resultados encontrados com os

professores são semelhantes aos descritos pelos autores encontrados nos sujeitos expostos ao ruído (sem alteração na audiometria).

No estudo realizado com sujeitos normo-ouvintes, expostos ao ruído ocupacional (ramo metalúrgico) foram encontrados resultados semelhantes ao nosso, com alteração nas EOAPD em 72% dos casos na orelha direita e 66% na orelha esquerda (19). No presente estudo não foi verificada diferença na prevalência de alterações nas EOAPD entre a orelha direita e esquerda, fato que sugere que a exposição ocorra uniformemente em ambas as orelhas e que não há uma tendência para lateralização da perda auditiva.

Na análise individual das frequências identificou-se uma diminuição progressiva da presença das EOAPD com relação à faixa de frequência (quanto mais agudo, menor porcentagem de presença), em concordância dos achados descritos por outros autores (18, 19, 52, 55). Barreto em seu estudo com militares do exército brasileiro, encontrou médias menores de amplitude e de valores absolutos de relação sinal/ruído para as frequências de 6 e 8 kHz do que nas demais frequências (44), fato que demonstra que quanto maior a frequência, menor o valor da amplitude e a relação sinal/ruído, mesmo antes da exposição do ruído. Attias et al (79), em pesquisa realizada em 2001 observou que a prevalência de ausência de EOAPD aumentou gradualmente a partir 2 kHz (9%) a 6 kHz (52%). Este dado foi encontrado também na pesquisa realizada com jovens estudantes, onde foi constatado que as médias das amplitudes (PD) diminuíram com o aumento da frequência (46).

O fato de ter sido encontrado maior incidência de ausência das EOAPD nas frequências altas (6 e 8 kHz) pode ser sugestivo de um comprometimento inicial do funcionamento coclear. Este prejuízo pode ser consequência da exposição ao ruído intenso, visto que as frequências altas são as regiões cocleares mais atingidas pelo ruído (15).

## 6.5 ESTUDO DAS EMISSÕES OTOACÚSTICAS POR PRODUTO DE DISTORÇÃO NOS DOIS MOMENTOS: COM REPOUSO AUDITIVO E APÓS A JORNADA DE TRABALHO

No presente estudo, foi encontrada uma diminuição significativa na amplitude de resposta nas frequências de 2 e 4 kHz. Foi verificada também uma diminuição na relação sinal/ruído das EOAPD para as mesmas frequências, de 2 e 4 kHz. Em função da dificuldade em encontrar trabalhos realizados com a mesma população, a comparação dos resultados será feita com estudos realizados com sujeitos expostos a outros tipos de ruído.

Em 2001, Silveira et al realizou uma pesquisa com 20 voluntários com idade entre 22 a 30 anos, sem histórico familiar de surdez ou perda auditiva, e com exame otorrinolaringológico dentro da normalidade. Após avaliação audiológica (audiometria, imitânciometria e EOAPD), os voluntários foram expostos ao uso de walkman durante 60 minutos, com música do tipo rock pesado na intensidade entre 87 a 113 dB(A). Na comparação entre antes e após a utilização a exposição foi verificado uma diferença significativa nos limiares audiométricos nas frequências de 4, 6 e 8 kHz e nos valores de amplitude para as frequências de 3, 4 e 6 kHz no exame de EOAPD(57). Outro estudo, também realizado com walkman em intensidade média de 90,5 dB (A) durante 30 minutos, revelou uma piora nos resultados das EOAPD após a exposição, com maior percentual de falhas nas frequências de 3,4 e 5 kHz e ainda, na comparação entre os valores da relação sinal/ruído, foi identificada uma diferença significativa entre os dois momentos na frequência de 4 kHz na orelha direita (53). Na comparação entre os resultados desta pesquisa com os trabalhos acima descritos, encontra-se uma unanimidade com relação à frequência de 4 kHz, tanto na amplitude, quanto na relação sinal/ruído. O fato de não sido encontrado uma alteração nas frequências mais agudas, pode estar relacionado com a diminuição da amplitude e da relação sinal/ruído já verificada na avaliação realizada com repouso auditivo.

Ao confrontar os resultados encontrados com os professores, com estudos realizados com sujeitos expostos a ruído de impacto, nota-se uma diferença com relação as frequências mais atingidas e a lateralidade da lesão. Foi realizada uma

pesquisa com 10 soldados do sexo masculino e média de 20 anos de idade, com o intuito de relacionar o exame de emissões otoacústicas e a audiometria tonal antes e após o disparo de arma de fogo. Foi encontrada uma redução da média da amplitude, em 19 dos 20 participantes, principalmente para as frequências de 1 e 3 kHz para a orelha esquerda (54). De acordo com os autores, esta diferença entre as orelhas é consequência da postura corporal no momento do tiro.

Por fim, os resultados demonstraram uma relação entre o nível médio de ruído nas salas de aula e a magnitude da diferença na amplitude da resposta, nas frequências de 2 e 4 kHz, e também para a relação sinal/ruído na frequência de 4kHz. Estes dados sugerem que quanto maior o nível de ruído presente na sala de aula, maior a diferença entre os dois momentos (com repouso auditivo e após a jornada de trabalho), e servem para demonstrar de que o ruído produzido nas escolas pode ocasionar uma diminuição da sensibilidade auditiva, demonstrada pela diminuição dos resultados de amplitude e relação sinal/ruído.

A possibilidade de se detectar precocemente uma alteração auditiva por meio das EOAPD e relacioná-la como ambiente de trabalho, permitiu-nos demonstrar o dano gerado pelo ruído de dentro da sala de aula na audição dos professores. Ressalta-se que além da audição, foram encontradas queixas de disфонia em quase 50% dos professores. Este sintoma vocal é uma das principais causas de afastamentos do trabalho desta categoria e está diretamente relacionada com a presença do ruído na sala de aula, pois quanto maior o ruído, maior será o esforço vocal produzido pelo professor. Desta forma, além de melhorar a acústica das escolas, faz-se necessário criar políticas públicas para educar e conscientizar os alunos sobre a redução de ruído, inclusive porque estes também estão sujeitos a desenvolver uma alteração auditiva.

Atualmente, a legislação nacional voltada à saúde do trabalhador exige que a audição seja monitorada quando há exposição ocupacional ao ruído. Sendo assim, é imprescindível que sejam realizadas mais pesquisas na área, voltadas para a saúde auditiva dos professores, para que estes dados possam repensar as ações de proteção, individual e coletiva, para esta categoria.

## 7. CONCLUSÃO

Após a análise dos resultados obtidos das EOAT e EOAPD conclui-se que:

- 65,7% dos participantes apresentaram ausência (“falha”) de EOAT, sendo bilateral em 50,8% dos casos e unilateral em 14,9%, com repouso auditivo.

- 83,6% dos participantes apresentaram ausência (“falha”) de EOAPD, sendo bilateral em 62,7% dos casos e unilateral em 20,9%, com repouso auditivo.

- Foi observada uma diferença estatisticamente significativa na amplitude da resposta das EOAPD na comparação dos dois momentos (com repouso auditivo e após jornada de trabalho), para as frequências de 2 e 4 kHz.

- Foi observada uma diferença estatisticamente significativa na relação sinal/ruído das EOAPD na comparação dos dois momentos (com repouso auditivo e após jornada de trabalho), para as frequências de 2 e 4 kHz.

- O nível de ruído médio verificado nas salas de aula foi de 76,8 dB(A).

Diante do exposto, conclui-se que os elevados níveis de pressão sonora que os professores estão expostos diariamente podem causar uma alteração temporária nas células ciliadas externas do Órgão de Corti, e que com o tempo, pode tornar-se definitiva. Ressalta-se que apesar da legislação brasileira não determinar claramente quais os níveis de ruído sugeridos para a sala de aula com a presença de alunos, os valores encontrados neste estudo estão muito acima dos recomendados para conforto acústico, de acordo com normas brasileiras e internacionais.

## 8. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Fiorini AC, Matos ECG. Ruído na escola: queixas de saúde e o incômodo em professores do ensino público. *Disturb Comun.* 2009;21(2):187-97.
2. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 10152. Níveis de ruído para o conforto acústico – procedimento. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1987
3. Ribeiro MER, Oliveira RLdS, Santos TMMd, Scharlach RC. A percepção dos professores de uma escola particular de Viçosa sobre o ruído nas salas de aula. *Rev Equilíbrio Corporal e Saúde.* 2010;2(1):27-45.
4. Martins RHG, Tavares ELM, Neto ACL, Fioravanti MP. Surdez ocupacional em professores: um diagnóstico. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia.* 2007;73(2):239.
5. Almeida Filho ND, Filletti F, Guillaumon HR, Serafini F. Intensity of noise in the classroom and analysis of acoustic emissions in schoolchildren. *International Archives of Otorhinolaryngology.* 2012;16(1):91.
6. Golmohammadi R, Ghorbani F, Mahjub H, Daneshmehr Z. Study of school noise in the capital city of Tehran-Iran. *Iran J Environ Sci Eng.* 2010;7(4):365-70.
7. Libardi A, Gonçalves CGdO, Vieira TPG, Silverio KCA, Rossi D, Penteado RZ. O ruído em sala de aula e a percepção dos professores de uma escola de ensino fundamental de Piracicaba. *Disturb Comun.* 2006;18(2):167-78.
8. Marques FP, Costa EAd. Exposição ao ruído ocupacional: alterações no exame de emissões otoacústicas. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2006;72(3):362-6.
9. World Health Organization (WHO). Guideline for community noise. London, UK. 1999.
10. Barros SMdS, Frota S, Atherino CCT, Osterne F. A eficiência das emissões otoacústicas transientes e audiometria tonal na detecção de mudanças temporárias nos limiares auditivos após exposição a níveis elevados de pressão sonora. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia.* 2007;73:592-8.
11. Servilha EAM, Leal RdOF, Hidaka MTU. Riscos ocupacionais na legislação trabalhista brasileira: destaque para aqueles relativos à saúde e à voz do professor. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2010;15(4):505-13.

12. Wu Y, Ding C. Effect of fighter cockpit noise on pilot hearing. *Space Med Med Eng (Beijing)*. 1998;11(1):52-5.
13. Frota S, Lório MCM. Emissões otoacústicas por produto de distorção e audiometria tonal liminar: estudo da mudança temporária do limiar. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*. 2002;68(1):15.
14. Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva - Perda Auditiva Induzida pelo Ruído Relacionado ao Trabalho. São Paulo 1994.
15. Brasil. Ministério do Trabalho. Portaria nº 19, de 9 de abril de 2008 – Diretrizes e parâmetros mínimos para avaliação e acompanhamento da audição e trabalhadores expostos a níveis de pressão sonora elevados.
16. Brasil. Ministério do Trabalho. Segurança e Medicina do Trabalho. Norma Regulamentadora – NR 15 Atividades e operações insalubres. Brasília: MS; 1978
17. OSHA - Occupational Safety and Health Administration. <http://www.osha.gov>. (accessed in 08/10/2014).
18. Heupa AB, Gonçalves CGdO, Coifman H. Effects of impact noise on the hearing of military personnel. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*. 2011;77(6):747.
19. Boger M, Sampaio ALL, Oliveira CAd. Emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção em trabalhadores normo-ouvintes expostos ao ruído ocupacional. *Revista Eletrônica Gestão & Saúde*. 2013;4:200-12.
20. Atcharyasathian V, Chayarpham S, Saekhow S. Evaluation of noise-induced hearing loss with audiometer and distortion product otoacoustic emissions. *J Med Assoc Thai*. 2008;91(7):1066-71.
21. Korres G, Balatsouras D, Tzagaroulakis A, Kandiloros D, Ferekidou E, Korres S. Distortion product otoacoustic emissions in an industrial setting. *Noise and Health*. 2009;11(43):103-10.
22. Aquino AMCM, Araújo MS. Vias Auditivas: Periférica e Central. In: Aquino AMCM. *Processamento Auditivo Eletrofisiologia e Psicoacústica*. São Paulo: Lovise; 2002. 17-31.
23. Bento R, Miniti A, Marone S. *Tratado de otologia*. São Paulo: Fundação Otorrinolaringologia FAPESP; 1998.
24. Momensohn-Santos TM, Russo ICP. *Prática da Audiologia Clínica*. São Paulo: Cortez; 2005.



25. Carlos RC, Filho OL. Emissões otoacústicas. In: Filho OL. Novo tratado de fonoaudiologia. 3. Barueri, SP: Manole; 2013. 115-27.
26. Durante A. Emissões Otoacústicas. In: Benvilacqua MC, Martinez MAN, Balen SA, Pupo AC, Reis ACM, Frota S. Tratado de Audiologia. São Paulo: Santos; 2011. 145-58.
27. Coube CZV, Filho OAC. Princípios básicos das emissões otoacústicas. In: Frota, S Fundamentos em Fonoaudiologia - Audiologia. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003. 96-108.
28. Gold T. Hearing II. The physical basis of the action of the cochlea. Proc R Soc Edin Biol Sci. 1948;135:492-8.
29. Kemp D. Stimulated acoustic emissions from within the human auditory system. J Acoustic Soc Am. 1978;64(5):1386-91.
30. Brownell WE. Outer hair cell electromotility and otoacoustic emissions. Ear hear. 1990;11(2):82-92.
31. Kemp D. Developments in cochlear mechanics and techniques for noninvasive evaluation. Adv Audiol. 1988;5:27-45.
32. Massaro CAM. Emissões Otoacústicas. In: Aquino AMCM. Processamento Auditivo Eletrofisiologia e Psicoacústica. São Paulo: Lovise; 2002. 41-61.
33. Sousa LCAd, Piza MRdT, Alvarenga KdF, Cóser PL. Eletrofisiologia da audição e emissões otoacústicas: princípios e aplicações clínicas. 2. ed. Ribeirão Preto; 2010.
34. Kemp D. Otoacoustic emissions in perspective. In: Robinette MS, Glatcke TJ. Otoacoustic emissions – clinical applications. New York: Thieme; 1997. 1-21.
35. Stach B. Clinical audiology: an introduction. San Diego: Singular; 1998.
36. Bright, KE. Spontaneous otoacoustic emissions. In: Robinette MS, Glatcke TJ. Otoacoustic emissions – clinical applications. New York: Thieme; 1997. 74-94.
37. Legent F, Bordure P, Calais C, Malard O, Chays A, Roland J, Audiologia prática: audiometria. Rio de Janeiro: Revinter; 2013.
38. Azevedo M. Emissões otoacústicas. In: Figueiredo M. Emissões Otoacústicas e BERA. São Paulo: Pulso; 2003. 35-83.
39. Bess FH, Humes LE. Audiologia: Fundamentos. Rio de Janeiro: Revinter; 2012.

40. Gondim LMA, Balen SA, Roggia SM. Diagnóstico diferencial em audiologia. In: Balen SA, Pagnossim DF, Fialho IdM, Zimmermann KJ, Roggia SM. Saúde auditiva: da teoria a prática. São Paulo: Santos; 2010. 77-102.
41. Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva. Arq Int Otorrinaringol. 2000;4(2).
42. Ramos N, Aita ADC, Siqueira LP, FS. A. O uso de emissões otoacústicas como ferramenta auxiliar no diagnóstico de efeitos da exposição ao ruído. Rev bras Saúde ocup. 2011;36(124):282-7.
43. Seixas NS, Kujawa SG, Norton S, Sheppard L, Neitzel R, Slee A. Predictors of hearing threshold levels and distortion product otoacoustic emissions among noise exposed young adults. Occup Environ Med. 2004;61:899-907.
44. Barreto MAdSC. Monitoramento auditivo por meio da avaliação coclear em militares do exército brasileiro expostos a ruído de impacto: Universidade de Brasília; 2011.
45. Boger ME. Estudo das emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção em trabalhadores normo-ouvintes expostos a diferentes doses de ruído ocupacional. Brasília, DF: Universidade de Brasília; 2012.
46. Silva VGd, Sampaio ALL, Oliveira CACPd, Tauil PL, Jansen GMB. Hair cell alteration prevalence rates in students of a school in Distrito Federal. Brazilian Journal of Otorhinolaryngology. 2012;78(4):91.
47. Yonezaki C, Hidaka MTU. Fonoaudiologia na saúde do trabalhador. In: Lopes Filho O. Novo tratado de fonoaudiologia. 3º ed. Manole; 2013. 237-49.
48. Santos UdP, Morata TC. Efeitos do ruído na audição. In: Santos UdP. Ruído: riscos e prevenção. 3º ed. São Paulo: Editora Hucitec; 1999.
49. Oliveira JAAd. Fisiologia clínica da audição - cóclea ativa. In: Nudelmann AA, Costa EAd, Seligman J, Ibañez RN. PAIR: perda auditiva induzida pelo ruído. Porto Alegre: Bagagem Comunicação; 1997.
50. Pfeiffer M, Rocha RLOd, Oliveira FRd, Frota, S. Hearing incidents in musicians after a rock concert. Revista CEFAC. 2007;9(3):423.
51. Probst R, Harris F, Hauser R. Clinical monitoring using otoacoustic emissions. British Journal of Audiology. 1993;27:85-90.

52. Negrão MA, Soares E. Variações nas amplitudes de respostas das emissões otoacústicas evocadas e suscetibilidade à perda auditiva induzida por ruído - PAIR. Rev CEFAC. 2004;6(4):414-22.
53. Cortes - Andrade IF, Souza AS, Frota SMMC. Estudo das emissões otoacústicas--produto de distorção durante a prática esportiva associada a exposição a música. Rev CEFAC. 2009;11(4): 644-661
54. Konopka W, Zalewski P, Pietkiewicz P. Evaluation of transient and distortion product otoacoustic emissions before and after shooting practice. Noise and Health. 2001;3(10):29-37.
55. Vinodh R, Veeranna N. Evaluation of acoustic shock induced early hearing loss with audiometer and distortion product otoacoustic emissions. Indian Journal of Medical Sciences. 2010;64(3):132-9.
56. Torre P, Howell JC. Noise levels during aerobics and the potential effects on distortion product otoacoustic emissions. J Commun Disord. 2008;41(6):501-11.
57. Silveira JAMd, Brandão ALA, Rossi Jd, Lerreira LLA, Name MAM, Estefan P, González F. Avaliação da alteração auditiva provocada pelo uso do walkman, por meio da audiometria tonal e das emissões otoacústicas (produtos de distorção): estudo de 40 orelhas. Revista Brasileira de Otorrinolaringologia. 2001;67(5):650.
58. Melnick W. Saúde auditiva do trabalhador. In: Katz J. Tratado de audiologia clínica. 4 ed. São Paulo: Manole; 1999. 529-47.
59. Seligman J. Efeitos não auditivos e aspectos psicossociais no indivíduo submetido a ruído intenso. Revista Brasileira de Otorrinolaringologia. 1993;59(4):257-59.
60. Okamoto VA, Santos UdP. Outros efeitos do ruído no organismo. In: Santos UdP, editor. Ruído riscos e prevenção. 3º ed. ed. São Paulo: Editora Hucitec; 1999. 89-91.
61. Eniz AdO. Poluição sonora em escolas do Distrito Federal.: Universidade Católica de Brasília.; 2004.
62. Batista JBV, Carlotto MS, Coutinho AS, Pereira DAdM, Augusto LGdS. O ambiente que adoce: condições ambientais de trabalho do professor do ensino fundamental. Cad Saúde Colet. 2010;18(2):234-42.

63. Quick TC, Lapertosa JB. Contribuicao ao estudo das alteracoes auditivas e de ordem neuro-vegetativas atribuveis ao ruido. Rev bras saúde ocup. 1981;9(36):50-6.
64. American National Standard Institute (2002). ANSI/ASA S12.60-2002. Acoustical Performance Criteria, Design Requirements, and Guidelines for Schools. Washington American National Standard Institute.
65. Gonçalves VdSB, Silva LBd, Coutinho AS. Ruído como agente comprometedor da inteligibilidade de fala dos professores. Produção. 2009;19(3):466.
66. Santos UdP, Matos MP. Aspectos de Física. In: Santos UdP. Ruído: riscos e prevenção. 3 ed. São Paulo: Editora Hucitec; 1999. p. 7-23.
67. Servilha, EAM, Ruela IdS. Riscos ocupacionais à saúde e voz de professores: especificidades das unidades de rede municipal de ensino. Revista CEFAC. 2010;12(1):109.
68. Vedovato TG, Monteiro MI. Perfil sociodemográfico e condições de saúde e trabalho dos professores de nove escolas estaduais paulistas. Revista da Escola de Enfermagem da USP. 2008;42(2):291.
69. Guidini RF, Bertoncello F, Zanchetta S, Dragone MLS. Correlações entre ruído ambiental em sala de aula e voz do professor. Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia. 2012;17(4):398.
70. Servilha EAM, Delatti MdA. Percepção de ruído no ambiente de trabalho e sintomas auditivos e extra-auditivos autorreferidos por professores universitários. Jornal da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia. 2012;24(3):233.
71. Persson R, Kristiansen J, Lund SP, Shibuya H, Nielsen PM. Classroom acoustics and hearing ability as determinants for perceived social climate and intentions to stay at work. Noise Health. 2013;15(67):446-53.
72. Eysel-Gosepath K, Daut T, Pinger A, Lehmacher W, Erren T. Effects of noise in primary schools on health facets in German teachers. Noise Health. 2012;14(58):129-34.
73. Lundquist P, Holmberg K, Landström U. Annoyance and effects on work from environmental noise at school. Noise Health. 2000;2(8):39-46.

74. Vasconcelos RM, Serra LSM, Aragão VMdF. Emissões otoacústicas evocadas transientes e por produto de distorção em escolares. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*. 2008;74(4):503.
75. Marshall L, Lapsley Miller J, Heller L. Distortion- product otoacoustic emissions as a screening tool for noise- induced hearing loss. *Noise and Health*. 2001;3(12):43-60.
76. Fiorini A. O uso do registro emissões otoacusticas como instrumento de vigilância epidemiológica de alterações auditivas em trabalhadores expostos ao ruído. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2000.
77. Granjeiro RC, Kehrle HM, Oliveira TSCd, Sampaio ALL, Oliveira CACd. Is the Degree of Discomfort Caused by Tinnitus in Normal- Hearing Individuals Correlated with Psychiatric Disorders? *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*. 2013;148(4):658-63.
78. Shield B, Greenland E, Dockrell J. Noise in open plan classrooms in primary schools: a review. *Noise Health*. 2010;12(49):225-34.
79. Attias J, Horovitz G, El-Hatib N, Nageris B. Detection and Clinical Diagnosis of Noise-Induced Hearing Loss by Otoacoustic Emissions. *Noise Health*. 2001;3(12):19-31.

## APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

Você está sendo convidado a participar da pesquisa intitulada **O estudo da prevalência de lesão das células ciliadas externas em professores do ensino fundamental da rede pública de Samambaia/DF após jornada de trabalho.**

Tal pesquisa justifica-se pela necessidade de promover a saúde auditiva dos professores, já que esta categoria frequentemente apresenta queixas relacionadas ao ruído presente dentro e fora da sala de aula.

O teste auditivo Emissões Otoacústicas será aplicado antes do início e no final da aula. Este teste é rápido, indolor e não invasivo.

Será feita também a aferição do ruído presente na sala de aula. Esta medição servirá de base para verificar se o ruído provocado pelas crianças e pelas fontes externas pode realmente causar uma diminuição da audição.

A sua participação na pesquisa é voluntária e não há riscos descritos na literatura na realização de tal teste. O desconforto se deve apenas pela inserção de uma oliva no conduto auditivo externo. A realização do teste levará menos de 5 minutos.

Você receberá todos os esclarecimentos necessários antes e no decorrer da pesquisa e lhe asseguramos que os dados coletados serão utilizados somente para a pesquisa e seu nome sendo mantido no mais rigoroso sigilo através da omissão total de quaisquer informações que permitam identificá-lo(a).

Informo que você tem garantia de acesso a todas as etapas do estudo, sobre qualquer esclarecimento de eventuais dúvidas e é garantida a liberdade de retirada deste consentimento a qualquer momento e deixar de participar da pesquisa, sem qualquer tipo de penalidade.

Você terá o direito de ser mantido atualizado sobre os resultados parciais da pesquisa e, caso seja solicitado, serão prestadas todas as informações que solicitar.

Os resultados da pesquisa serão divulgados na Universidade de Brasília, podendo ser publicados posteriormente. Os dados e materiais utilizados na pesquisa ficarão sob a guarda do pesquisador por um período de no mínimo cinco anos, após isso serão destruídos ou mantidos na instituição.

Em caso de qualquer dúvida em relação à pesquisa, por favor entre em contato com a Fga. Gabriela G. R. Novanta no telefone (61) 86320303 ou Dr Carlos Augusto Costa P. Oliveira ou Dr André L. L. Sampaio, no telefone 3448-5399.

---

Gabriela Novanta – pesquisadora

---

Assinatura

---

Nome do participante

---

Assinatura

## ANEXO A - APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Saúde  
Ministério da Saúde

Plataforma  
Brasil

principal
central de suporte
sair

Público
Pesquisador
Alterar Meus Dados

Gabriela Guenther Ribeiro Novanta - Pesquisador | V2.21  
Sua sessão expira em: 37min 55

Cadastros

Você está em: Pesquisador > Gerir Pesquisa > Detalhar Projeto de Pesquisa

DETALHAR PROJETO DE PESQUISA

**Dados do Projeto de Pesquisa**  
Título da Pesquisa: O estudo da prevalência de lesão das células ciliadas externas em professores do ensino fundamental da rede pública de Samambaia/DF após jornada de trabalho.  
Pesquisador: Gabriela Guenther Ribeiro Novanta  
Área Temática:  
Versão: 2  
CAAE: 21176213.2.0000.0030  
Submetido em: 20/11/2013  
Instituição Proponente: Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília  
Situação: Aprovado  
Localização atual do Projeto: Pesquisador Responsável  
Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

**Documentos Postados do Projeto**

Tipo Documento	Situação	Arquivo	Postagem
Parecer Consubstanciado do CEP	A	PB_PARECER_CONSUBSTANCIADO_CEP_476166.pdf	02/12/2013 17:07:55
Informações Básicas do Projeto	A	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_211762.pdf	20/11/2013 22:32:12
Interface REBEC	A	PB_XML_INTERFACE_REBEC.xml	20/11/2013 22:32:12
Projeto Detalhado	A	Projeto_pesquisa.docx	20/11/2013 22:31:01
Declarações Diversas	A	carta_encaminhamento_projeto.docx	20/11/2013 22:28:00
TCLE - Modelo de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	A	TCLE.docx	20/11/2013 22:25:52
Folha de Rosto	A	folha_de_rosto.pdf	05/09/2013 07:50:50

Listar Todos »

**Tramitação:**

CEP Trâmite	Situação	Data Trâmite	Parecer	Informações
Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília - CEP/FS-UnB	Submetido para avaliação do CEP	09/09/2013		
Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília - CEP/FS-UnB	Rejeição do PP	10/09/2013		Por favor, inserir os documentos aqui citados. Ter... <a href="#">Ver mais&gt;&gt;</a>
Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília - CEP/FS-UnB	Submetido para avaliação do CEP	20/09/2013		
Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília - CEP/FS-UnB	Rejeição do PP	23/09/2013		Por favor, anexar todos dos Curriculum Lattes dos... <a href="#">Ver mais&gt;&gt;</a>
Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília - CEP/FS-UnB	Submetido para avaliação do CEP	30/09/2013		
Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília - CEP/FS-UnB	Aceitação do PP	02/10/2013		
Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília - CEP/FS-UnB	Parecer liberado	18/11/2013		
Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília - CEP/FS-UnB	Submetido para avaliação do CEP	20/11/2013		
Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília - CEP/FS-UnB	Aceitação do PP	21/11/2013		
Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília - CEP/FS-UnB	Parecer liberado	02/12/2013		

Localização atual do Projeto: Pesquisador Responsável

Voltar
Enviar Notificação

Este sistema foi desenvolvido para os navegadores Internet Explorer (versão 7 ou superior), ou Mozilla Firefox (versão 9 ou superior).

Conselho Nacional de Saúde
SUS
Ministério da Saúde

## ANEXO B – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PROFESSORES

Caros professores,

Este questionário foi desenvolvido para verificar as queixas mais frequentes a respeito das condições de trabalho e saúde do professor.

Para facilitar suas respostas, ele foi dividido em partes. Sua participação é muito valiosa.

---

### PARTE 1

1. Sexo:            ☐ Masculino                            ☐ Feminino
2. Idade: \_\_\_\_\_ anos
3. Tempo que atua como professor: \_\_\_\_\_ anos
4. Em qual turno você atua: ☐ Matutino                            ☐ Vespertino                            ☐ Mat/Vesp
5. Você já realizou audiometria?    ☐ Não                            ☐ Sim
- Há quanto tempo? ☐ Menos 6 meses            ☐ 6 meses-1ano    ☐ 1-2 anos    ☐ mais de 2 anos
6. Já realizou cirurgia no ouvido? ☐ Sim                            ☐ Não
7. Já consultou com otorrinolaringologista? ☐ Não                            ☐ Sim
- Há quanto tempo? ☐ Menos 6 meses            ☐ 6 meses-1ano    ☐ 1-2 anos    ☐ mais de 2 anos

### PARTE 2

1. Em relação a sua saúde, quais sintomas abaixo você observa normalmente?
- a) Cansaço mental                            ☐ Sim                            ☐ Não
- b) Dor de garganta                            ☐ Sim                            ☐ Não
- c) Dor nas costas                            ☐ Sim                            ☐ Não
- d) Dor nas pernas                            ☐ Sim                            ☐ Não
- e) Rouquidão                            ☐ Sim                            ☐ Não
- f) Irritação (nervosismo)                            ☐ Sim                            ☐ Não
- g) Insônia                            ☐ Sim                            ☐ Não

### PARTE 3

Esta parte refere-se especificamente ao seu trabalho em sala de aula.

1. O barulho prejudica sua comunicação verbal com os alunos?
- ☐ nunca                            ☐ às vezes                            ☐ constantemente



2. Você observa que em sua escola o barulho externo prejudica o andamento das suas aulas? (carros, aviões, buzinas, caminhões, motocicletas, etc)

( )nunca                      ( )às vezes                      ( )constantemente

3. Durante as aulas você sente dificuldades de raciocínio ou de concentração em função do barulho?

( )nunca                      ( )às vezes                      ( )constantemente

4. Você tem costume de aumentar o tom de voz em função do barulho em sala de aula?

( )nunca                      ( )às vezes                      ( )constantemente

---

